



Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Inženieru fakultāte

CILVĒKS. VIDE. TEHNOĻĪJAS

28. starptautiskā studentu zinātniski praktiskā konference
2024. gada 24. aprīlis

28th Students International Scientific and Practical Conference

Human. Environment. Technology

*Rezekne Academy of Technologies, Rezekne, Latvia
24 April 2024*

Rēzekne
2024

Par rakstu saturu atbild autori.

Recenzenti/ Reviewers:

Prof. Dr.sc.ing. **Pēteris Grabusts**

Asoc. prof. Dr.sc.ing. **Segejs Kodors**

Asoc. prof. Dr.paed. **Ilmārs Kangro**

Asoc. prof. Ph.D. **Ērika Teirumnieka**

Viesdoc. Dr.sc.ing., **Imants Zarembo**

Vieslekt. Mg.sc.comp. **Jurijs Musatovs**

Lekt. Mg.sc.ing. **Edgars Zaicevs**

Zinātnisko rakstu krājums sagatavots un izdots ar Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas finansiālo atbalstu.



Šis krājums tiek izplatīts ar internacionālo licenci:

Creative Commons Attribution 4.0 International License

ISSN 2592-8597

© Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, 2024

© Autoru kolektīvs, 2024

SATURS

Ilmārs Apeināns Imants Zarembo Sergejs Kodors	Lieli valodas modeļi: šķērsentropijas un binārās šķērsentropijas zudumu salīdzinājums <i>Large language models: comparison of cross-entropy and binary cross-entropy loss</i>	5
Ilmārs Apeināns Marks Sondors Daniēls Zeps Imants Zarembo Sergejs Kodors	ChatGPT potenciāls izvēlēties tehnoloģiju kiberfizikālās sistēmas ātrajai prototipēšanai <i>ChatGPT potential to select technology in rapid prototyping of cyber-physical system</i>	9
Amanda Luīza Behmane Ilze Bodža Silvija Mežinska	Elektronisko komponentu integrēšana funkcionālā apģērba dizainā <i>Integration of electronic components in the design of functional clothing</i>	14
Jānis Dembovskis Kaspars Rudzusiēks Sergejs Kodors	Kolorado vaboļu atpazīšana, izmantojot YOLOV5 <i>Identification of colorado beetles using YOLOV5</i>	25
Kaspars Dortāns Ilmārs Kangro	Matemātiskā modelēšana MATLAB un PYTHON vidē siltuma vadīšanas vienādojumiem ar mainīgu avota funkciju <i>Mathematical modeling in MATLAB and PYTHON for the heat conduction equation with homogeneous boundary conditions and variable source function</i>	30
Nikita Jakimovs Jānis Pauls Sondors Sergejs Kodors	Blockchain vides pielietošana augu hibridizācijā <i>Blockchain usage in plant hybridization</i>	38
Rihards Jastržemskis Pēteris Grabusts	Simboliskā MI un konekcionistiskās MI pieeju analīze <i>Analysis of symbolic AI and connectionist AI approaches</i>	44
Guna Kaņepe Imants Zarembo	Lielo valodu modeļu potenciāls tūrismā <i>Potential of large language models in tourism</i>	48
Aleksejs Kardjalis Inga Savicka Kaspars Rubuļņiks Sergejs Kodors	YOLOV5 apmācība ābolu atpazīšanai dārzā <i>Training of YOLOV5 for apple detection in orchard</i>	54
Dāvis Kozlovskis	Salīdzinošs pētījums par interneta pārlūku ātrumu un drošību: Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, Brave un Opera <i>A comparative study of the speed and security of Internet browsers: Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, Brave and Opera</i>	59
Artis Laizāns Jurijs Musatovs	JSON faila kā datu glabāšanas veida pielietošanas priekšrocības <i>The advantages of using a JSON file as a data storage method.</i>	64
Aleksandrs Daniels Lebeds Egīls Kivlis Sergejs Kodors	LLM klasifikators: ziņojuma validācija uz rupjības pazīmēm <i>LLM classifier: message validation on profanity</i>	71

Alvis Pastars Pēteris Grabusts	Mākslīgais intelekts un tā iespējas programmēšanā <i>Artificial intelligence and its possibilities in programming</i>	76
Lāsma Priževote Pēteris Grabusts Inta Kotāne	CHAID lēmumu koku un neironu tīklu metožu pielietojums graudkopības nozares uzņēmumu ražas prognozēšanā <i>Application of chaid decision trees and neural networks methods in forecasting the yield of cereal industry companies</i>	81
Inguss Sutins Edgars Zaicevs	Šķiedrbetona stiprība atkarībā no sintētisko šķiedru koncentrācijas <i>Strenght of fiber concrete depending on synthetic fiber concentration</i>	90
Agnese Tripane Kintija Pekša	Fenolu saturs Piparmētru Mentha piperita un citronmelisas Melissa officinalis augos, audzējot tos urbānajā dārzā <i>Phenolic content of peppermint Mentha piperita and lemon balm Melissa officinalis when grown in an urban garden</i>	96
Jānis Trubovičs Sergejs Kodors	Mākslīgā intelekta ietekme uz uzņēmumu vizītkartes lapas veidošanu <i>The impact of artificial intelligence on business homepage creation</i>	100

LARGE LANGUAGE MODELS: COMPARISON OF CROSS-ENTROPY AND BINARY CROSS-ENTROPY LOSS

LIELIE VALODAS MODEĻI: ŠĶĒRSENTROPIJAS UN BINĀRĀS ŠĶĒRSENTROPIJAS ZUDUMU SALĪDZINĀJUMS

Author: **Ilmars Apeinans**, e-mail: ilmars.apeinans@rta.lv

Scientific supervisor: **Sergejs Kodors, Dr.sc.ing.**, e-mail: sergejs.kodors@rta.lv

Scientific supervisor: **Imants Zarembo, Dr.sc.ing.**, e-mail: imants.zarembo@rta.lv

Rezekne Academy of Technologies

Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. The paper explores Large Language Model (LLM) training on custom datasets for classification microservice development. As training general purpose models for every possible situation is not feasible on smaller scale, because of limitations of computation power, usage of smaller model architectures, such as NanoGPT for training LLM model for specific use-case is a more cost-effective solution. In this article the dataset “Internet Movie Database (IMDB)” is applied in the experiment for LLM training. The dataset IMDB contains user comments about movies. Training criteria was Cross-entropy Loss (CELoss) and Binary Cross-entropy Loss (BCELoss), which were compared in the experiment. LLM training showed that validation accuracy for CELoss is 85.84% while validation accuracy for BCELoss is 86.1%. The biggest difference was in the consistency of results as distance between minimal and maximal accuracy for CELoss was 2.36%, but BCELoss distance between minimal and maximal accuracy was 1.04% providing more stable accuracy.

Keywords: artificial intellect, classifier, large language models, machine learning.

Introduction

With advancement of artificial intelligence (AI) and popularity of Large Language Models (LLMs) through AI tools like ChatGPT [1] and Gemini [2] released by companies OpenAI and Google, the development of LLMs become strongly intensive after 2022 (see Fig. 1). ChatGPT and Gemini are general purpose tools and cover all possible topics that users may request within a communication. Meanwhile, LLM-based microservices with specific knowledge are required for less ambitious projects like internet shops, recommendation systems, etc.

The goal of this article is to experimentally compare two LLM architectures with training strategies: Cross-entropy Loss (CELoss) and Binary Cross-entropy Loss (BCELoss).

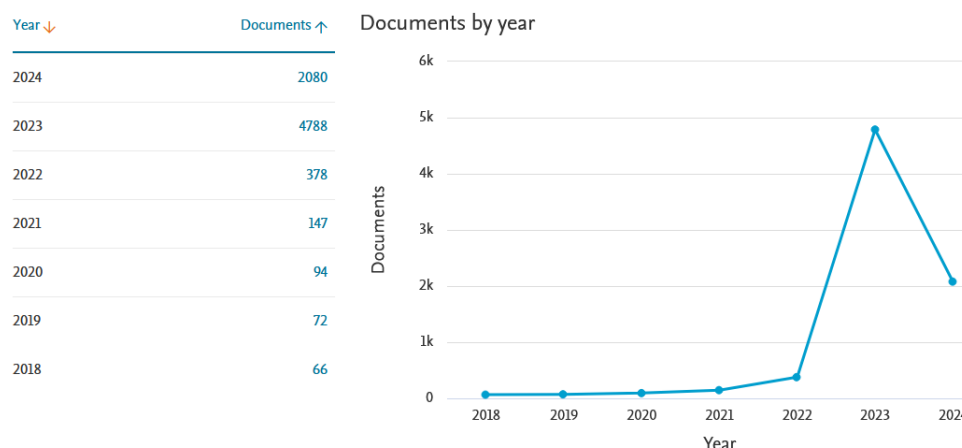


Fig. 1. Documents by year: large language models (Scopus)

Materials and methods

Dataset

Dataset [3] used in this experiment contains 50000 reviews from Internet Movie Database (IMDB). The reviews are divided on 25000 “positive” and 25000 “negative” categories. Randomly selected 25000 training samples and 2500 validation samples were used for LLM training.

The dataset contains no more than 30 reviews per each movie. The training and testing datasets contained different movies to disclose the memorizing unique terms for specific movie, which could impact on approximation.

LLM architecture

CELoss and BSELoss training strategies require specific architecture for each case. BSELoss is related to binary classification – one output with two states “True” or “False”. Meanwhile, CELoss is used for multiple classification tasks with binary outputs.

LLM classifier is a lightweight architecture of design presented in the article “Attention Is All You Need” [4]. The LLM classifier contains only encoder part and classifier layer without decoder part (see Fig. 2). The LLM architecture without Position Encoding was applied in this experiment. The original architecture contains Softmax classifier, which is trained using CELoss strategy. If there is one output as in the case of dataset IMDB, it can be replaced by Sigmoid output with BSELoss.

PyTorch framework was applied in the experiment. Tiktokenizer was used for text embedding, cl100k_base version.

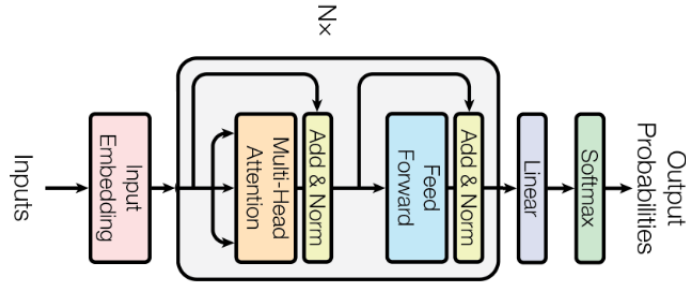


Fig. 2. LLM classifier with Softmax and CELoss

Experiment

Training was done using Nvidia GeForce RTX 4070Ti video card with support of CUDA technology [5]. 5 training runs were performed using each criterion to be able to calculate mean result. Each training run consisted of 10 epochs.

The first criteria that was used in the experiment was CELoss. CELoss calculates the loss by taking the negative log of the predicted probability assigned to the “True” class. If the model predicts a high probability for the true class, the loss is low. Conversely, if the model predicts a low probability for the “True” class, the loss is high.

Mathematically, for a single instance, the Cross-entropy Loss is defined as [6]:

$$L = -\sum_{c=1}^M y_{o,c} \log(p_{o,c}) \quad (1)$$

where:

- L is the loss for one instance,
- M is number of classes,
- $y_{o,c}$ is a binary indicator of whether class c is the correct classification for the observation o ,
- $p_{o,c}$ is the predicted probability that observation o belongs to class c .

Binary Cross-entropy Loss quantifies the difference between the “True” labels and the predicted probabilities of the “positive” class. For a model to perform well, it should predict probabilities close to 1 for the “True” class and close to 0 for the “False” class. The loss for each instance is calculated as [7]:

$$L = \sum_{i=1}^N [y_i \log(p_i) + (1 - y_i) \log(1 - p_i)] \quad (2)$$

where:

- L is the loss calculated over all instances,
- N is the number of instances,
- y_i is the “True” label for instance i , and
- p_i is the predicted probability that instance i is of the positive class.

The function penalizes the predictions that are confidently wrong more heavily, encouraging the model to be as accurate as possible.

Results

The training results are depicted in Table 1. The better results were achieved when BCELoss was used. The minimal BCELoss accuracy was 85.48% while the minimal accuracy for CELoss was 84.24%. The maximal accuracy for BCELoss was achieved at 86.52% and it was less than CELoss with accuracy of 86.6%.

Table 1.

LLM testing results

	min	mean	median	max
BCELoss	85.48	86.1	86.32	86.52
CrossEntropyLoss	84.24	85.84	86.36	86.6

Discussion

The achieved results show that there is no significant difference in accuracy between two LLMs with BCELoss and CELoss training strategies, but it is important to consider consistency of results (see Fig. 3). BCELoss distance between the minimal and maximal accuracy is only 1.04% while at the same time distance between the minimal and maximal when using CELoss is 2.36%. In situations where multiple models are trained and finetuned, smaller distance between the minimal and maximal accuracy will result in better overall accuracy of the final model.

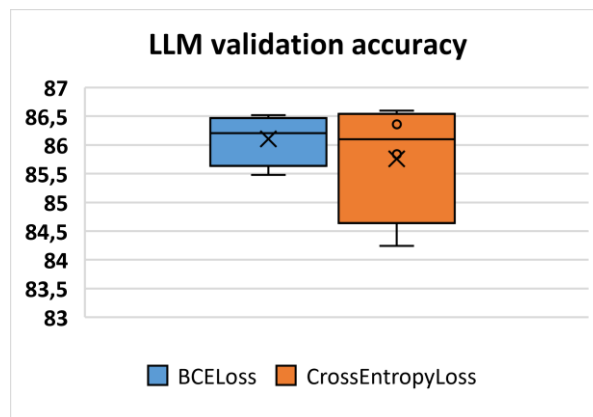


Fig.3. LLM validation accuracy results

If results are examined by each epoch, then progress of training can be discussed. If we look at the best run of BCELoss criteria in Fig. 4, the 3rd epoch showed the best improvement of accuracy, but later epochs provided less implementation in comparison. Important to take

note, that training and validation graphs show differences in values, which are relatively close to each other, and it may be wise to try training again, but increase the number of epochs.

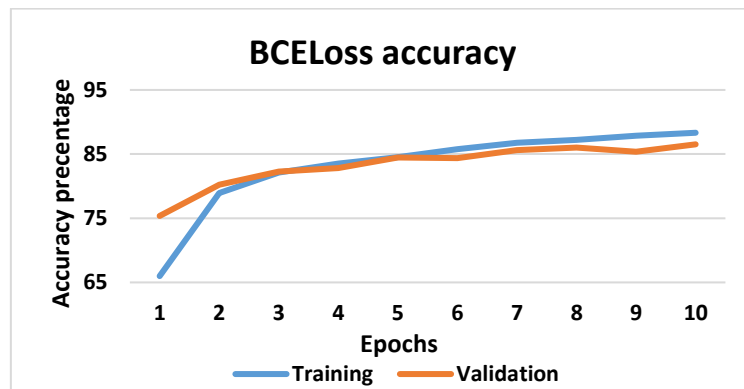


Fig. 4. BCELoss training accuracy with 10 epochs

If we look at the CELoss accuracy graph in Fig. 5, we can see that increase in accuracy in the 3rd epoch is great as well, but the validation accuracy after the 3rd epoch starts to slow down and at the end of graph at 10th epoch started to drop down. The distance between validation and training accuracy is growing for each epoch. It may result in situation where validation may not increase and stagnates at 85%, but further testing is required.

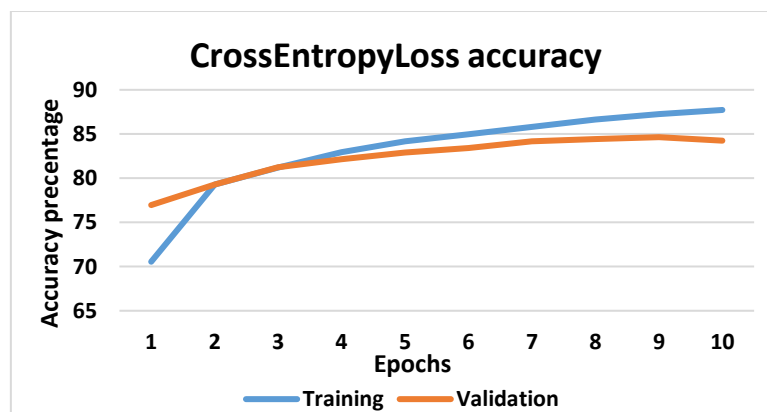


Fig. 5. CrossEntropyLoss training accuracy with 10 epochs

Acknowledgment

This research is funded by the Latvian Council of Science, project “Testing Interventions and Developing a Knowledge-based Recommendation System to Reduce Plate Waste in School Catering in Latvia”, project No. lzp-2022/1-0492.

Bibliography

1. ChatGPT by OpenAI [Online] [Reference to 10.04.2024.]. Available: <https://chat.openai.com/>
2. Gemini by Google [Online] [Reference to 10.04.2024.]. Available: <https://gemini.google.com/>
3. Maas, A., Daly, R. E., Pham, P. T., Huang, D., Ng, A. Y., & Potts, C. Learning word vectors for sentiment analysis. ACL Anthology. June 2011. [Online] Available: <https://aclanthology.org/P11-1015/>
4. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L., & Polosukhin, I. Attention is all you need. June 2017. [Online] Available: <https://arxiv.org/abs/1706.03762>
5. CUDA toolkit [Online] [Reference to 10.04.2024.]. Available: <https://developer.nvidia.com/cuda-toolkit>
6. Cross-Entropy Loss and Its Applications in Deep Learning [Online] [Reference to 04.04.2024.]. Available: <https://neptune.ai/blog/cross-entropy-loss-and-its-applications-in-deep-learning#:~:text=Cross%2Dentropy%20loss%20is%20the,how%20effective%20each%20model%20is>
7. Shalev-Shwartz, S., & Ben-David, S. Understanding machine learning. 2014. [Online] Available: <https://doi.org/10.1017/cbo9781107298019>

CHATGPT POTENTIAL TO SELECT TECHNOLOGY IN RAPID PROTOTYPING OF CYBER-PHYSICAL SYSTEM

CHATGPT POTENCIĀLS IZVĒLĒTIES TEHNOĻĪJU KIBERFIZIKĀLĀS SISTĒMAS ĀTRAJAI PROTOTIPĒŠANAI

Authors: **Ilmārs Apeināns**, e-mail: ilmars.apeinans@rta.lv

Marks Sondors, e-mail: ms20094@edu.rta.lv

Daniēls Zeps, e-mail: dz22036@edu.rta.lv

Scientific supervisors: **Imants Zarembo, Dr.sc.ing.**, e-mail: imants.zarembo@rta.lv

Sergejs Kodors, Dr.sc.ing., e-mail: sergejs.kodors@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Atbrīvošanas Aleja 115, Rēzekne

Abstract. *It is a common task to select optimal technologies for a prototype implementation. If a prototype of a cyber-physical system is developed, it is required to select suitable components, devices and software development tools, which are compatible with each other. Traditionally, the market analysis is conducted reviewing components, searching for a trade-off combination which are optimal for the prototype implementation. That is a sufficiently time consuming process. Additionally, the market changes are relatively fast. Therefore, the search must be repeated periodically. We propose the hypothesis that ChatGPT can help in market analysis to select optimal components in the rapid prototyping tasks. To evaluate our hypothesis, each author tried to find an optimal solution considering his specialization or interest field. Based on the obtained experience, the Delphi method was applied to collect expert opinions to gain consensus, which is presented in this article.*

Keywords: *ChatGPT, cyber-physical systems, decision-making, optimization, rapid prototyping.*

Introduction

A chatbot tool called ChatGPT was developed by OpenAI and released on November 30, 2022. The main objective of ChatGPT is to make it easier for people to access information and complete tasks by providing helpful and accurate responses to their questions and requests. It has received a lot of attention because of its potential to automate a variety of tasks and possibly have an impact on sectors like translation, customer service, and content creation (Haque, 2023).

Hassani and Silva (2023) completed analysis of the ChatGPT role in data science to automate various aspects of the workflows and to analyze unstructured data. They identified the following statistical capabilities of ChatGPT: language modeling, text classification, named entity recognition, machine translation, question answering and text generation. Additionally, they identified situations, when ChatGPT is not always correct: ambiguous or unclear questions, out-of-domain questions, biased or inaccurate training data, complex or technical language.

Sometimes starting a research into a new topic is hindered by not knowing correct keywords to input into a regular search engine. If an overview is needed of technique to solve a problem in a specific domain search engine can be used to compile the summary manually by going through search results one-by-one. ChatGPT can be used in both of these cases to get a concise summary that can be used as a starting point for further research into the topic. Exploring a suggested solution further by expanding on the query may help generating initial ideas on how to tackle the task at hand. For example, in the field of autonomous orchard management one might ask ChatGPT “What are some of the most common techniques to [problem to solve] using UAV?”. This results in a bullet point list of techniques and solutions that can be explored further. A reasonable next query would then be “If [name of the technique suggested in the last ChatGPT’s answer] approach is selected, what would be a

basic algorithm to implement it?”. The resulting algorithm is a step-by-step guide on how to implement it on a high level.

ChatGPT shows a potential to identify optimal technology for rapid prototyping by developing cyber-physical systems that necessitates consideration of numerous interconnected parameters. This is possible because ChatGPT can assist in market analysis and decision-making process, by aiding in selection of optimal components in the rapid prototyping tasks. To evaluate our hypothesis, each author tried to find an optimal solution considering his specialization or interest field. Based on the obtained experience, the Delphi method was applied to collect expert opinions to gain consensus, which is presented in this article.

Aim of study: to evaluate ChatGPT potential to select technology for rapid prototyping of a cyber-physical system.

Objectives: two tasks were set as objectives in attempt to evaluate potential of ChatGPT as tool to select technologies in rapid prototyping of cyber-physical systems:

- 1) Involve experts to analyze available technologies in market using ChatGPT;
- 2) Apply the Delphi method to get summary consensus on applicability of ChatGPT for this purpose.

During plenary discussion about the experience of each participant in this experiment several theses were put forward and discussed, evaluating their importance and impact on the raised issue. In the authors' experience this approach to exploring and refining queries provides satisfactory results. It is helpful if the person using ChatGPT is knowledgeable in the problem domain. This way any obviously incorrect answers can be discarded.

Materials and methods

ChatGPT 3.5 May 12 (2023) version was used as it was the latest version available for usage. To evaluate and make decisions on usability of ChatGPT as a tool for rapid prototyping, experts were asked to take part in this test. Authors were selected as an expert group that will use ChatGPT. For the test group, a task that was set to search for available technologies in the market using ChatGPT. Technologies varied from software solutions for specific tasks to finding consumer ready devices for immediate deployment. After testing ChatGPT capabilities, each author provided a description of their experience. After that, a plenary discussion was set. During the plenary discussion, the authors came up with several theses about the potential of ChatGPT.

Results

Experience Results 1: Search for software solutions or IT tools for a specific task

In most cases when a person defines a problem and finds a solution for said problem, the person needs tools to get to that solution. If a person is experienced in the problem domain, tools for reaching a solution may be known from previous experience. But in the case if the person has not prior experience in solving said problem, tools may not be obvious. There is a tremendous amount of possible software or tools for any problem, and some may be so obscure that a general user may not even have heard about them.

For example, the need for tools for image segment labeling has arisen. ChatGPT can greatly assist in searching and selecting the optimal tool for said task. By asking “Create a list of software or tools for [tasks to do].”. By using chain prompts that ChatGPT supports in borders of the same instance, said list may be refined by adding additional parameters or setting specific constraints. A good example is asking to add information if the tool is free to use and if it supports specific function: “Add information if [additional information] and [extra constraints]”.

Considering results received from ChatGPT based on 2 prompts used, a list of tools for image segmentation was created. Next step for the user would be checking tools one by one to

find the most suitable for the task at hand. Considering results, limitations of ChatGPT need to be taken into consideration, and not disregard tools that may not fully fulfill requirements set in prompts, as data ChatGPT uses are only till September 2021. As such, additions to tools from the list may be added and today they may fulfill tasks that they were not able to do in the past.

Experience Results 2: Search of agricultural UAV for spraying

The most suitable template to get the list of UAVs for crop spraying available in the market was:

“Specific models of [device] for [task] in table with columns: model, [param1, param2, etc.]”

It was possible to get an average price, which was presented as one value or range. Considering the quantitative parameters like price or weight, the values were not precise, but close to the parameters of real models. Sometimes, the list contained fake models, their titles were generated based on the sources of services, redistributors, stocks, events and mentioned models published in some common article. The technologies like “RTK” and “SDK” were well recognized by ChatGPT and their support depicted in the table as “Yes” or “No”. Once in a while, ChatGPT provided UAVs, which were produced for cinematography, agricultural monitoring or cargo transportation. It was not possible to obtain an immediately useful list of market available UAVs. The process was repeated using the spiral model requesting the list of models and checking it out using Google search. The most stable information was about DJI models, it can be concluded that information mass is important. The most useful results were the lists of potential models, which could be reviewed on the Internet manually. However, the process was sufficiently time consuming.

Experience Results 3:

The preferable use for response generation using ChatGPT would be asking it to list possible tools for the project. For example:

“[key project requirements], [specific issue]”

If the generated prompt does not fit the requirements, you should make another prompt stating the limitations of the project.

“[I have a project, where I would have [requirement], that would be [specific issue]. Can you recommend me [Specific output data, for example, programming tools]”

The only downside of using such a method is that inputting the same prompt in a different ChatGPT conversation will generate a different output. Which will exclude or include different options. The result will be similar if the question is repeated in the same conversation. Repeating the initial prompt in a different conversation can yield additional information.

Asking it to score the output tools can also be helpful if it is kept to using simple comparisons as “True” or “False”. If asked to score a model numerically or compare it to other models, it will have trouble, and the generated responses will be inaccurate. Prompts or table entries that are, for example, specifically referring to complexity should be asked to state if it is complex or simple because it can lead to possible confusion.

Experience Results 4: ChatGPT as a data analysis tool

One of the areas where ChatGPT could shine is as a data analysis tool. For example, if a certain amount of data is provided with enough context it could potentially give insights and also even forecasts for the future. The desired prompt for it would be:

“[data], [specific thing to be analyzed]”

However, it could also be asked just to give general insights that it sees as notable. For example, it was given a dataset about software technologies and data associated with them

like cost, development time, ease of integration, scalability and performance. The response that ChatGPT gave was quite insightful, it ranked which technologies were the most cost-effective, which had the lowest development time and went through all the other parameters that were given and also gave an overall favorite it seemed as the best option. Even if the insights might be easy to calculate it still gives them for a dataset that does not necessarily contain a lot of useful data.

The biggest downside of ChatGPT as an analysis tool is that as much as it knows what it needs to find, it simply can not do it accurately. Specifically, the main place it struggles is at math calculations, it simply can not do it as it is not meant for it as it will just try to find a similar dataset that it was trained on to output the data from. However, there is potential for it in the future if these specific functions for calculations are added separately and are independent of the text based generation, but are given to the text based model to output.

Discussions

During plenary discussion about the experience of each participant in this experiment several theses were put forward and discussed, evaluating their importance and impact on the raised issue.

One of the theses that were put forward emphasized the utility of ChatGPT in offering comprehensive and detailed insights when supplied with abundant information about a given product or topic. For instance, if a popular brand of agricultural drones is under discussion, the model is able to provide reliable and extensive information. In contrast, when dealing with less known brands, it tends to generate potentially unverified data. In response, it would be beneficial for future iterations of ChatGPT to have a substantial amount of information prepared in advance. This measure would equip the model to adequately respond to inquiries within the domain of the newly introduced tool or technology.

It corresponds to the one of other theses put forward that that the results generated by ChatGPT are influenced by the quantum of information available on the internet. Therefore, such results could potentially be manipulated by interested parties. For example, if a company were to heavily publicize a product's specific properties, the model might inadvertently disregard any critical test results that contradict the company's claims, thereby reinforcing the importance of ensuring the reliability and accuracy of the information the model is trained on.

There was a consensus that while ChatGPT can be used to gather general information about a wide range of subjects, it presently lacks the capability to make sound decisions from multiple options in more complex problems. As a result, the user is required to have a fundamental understanding of the domain that underpins the prompt.

In conclusion, our discussion underlined the potential of ChatGPT, while simultaneously drawing attention to areas requiring improvement to further enhance its applicability and reliability.

Conclusions

Based on results of plenary discussion of participants, it was concluded that ChatGPT at its current state still has much to improve with its usability cases. As it stands, it can be used as a virtual assistant with requests of additional information about topics of interest or general information about said topic, but a person knowledgeable in the domain of topic in question is needed to filter AI's generated information from actual factual information. In conclusion, ChatGPT is only partially usable as help for selecting technologies and rapid prototyping for cyber-physical systems, as it can provide information needed for tasks, but only knowledgeable person will be able to use information provided and information may be dated, based on version of ChatGPT and time of requesting of information.

Acknowledgement

This research is funded by the Latvian Council of Science, project “Development of autonomous unmanned aerial vehicles based decision-making system for smart fruit growing”, project No. lzp-2021/1-0134.

Bibliography

1. Haque, D. M. (2023). *A Brief Analysis of “ChatGPT” – A Revolutionary Tool Designed by OpenAI*. EAI.
2. Hassani, H., Silva, E. (2023). *The Role of ChatGPT in Data Science: How AI-Assisted Conversational Interfaces Are Revolutionizing the Field*. Retrieved from MDPI Open Access Journals: <https://doi.org/10.3390/bdcc7020062>

INTEGRATION OF ELECTRONIC COMPONENTS IN THE DESIGN OF FUNCTIONAL CLOTHING

ELEKTRONISKO KOMPONENTU INTEGRĒŠANA FUNKCIONĀLĀ APĢĒRBA DIZAINĀ

Author: **Amanda Luīza Behmane**, luizabehmane@gmail.com

Ilze Bodža, ilze.bodza@rta.lv

Scientific supervisor: **Silvija Mežinska, Mg.sc.ing., Mg.paed., Mg.design**,
silvija.mezinska@rta.lv

Rezekne Academy of Technologies
Atbrivosanas aleja 115, Rezekne, LV4601

Abstract. *As technologies develop rapidly and continuously, they are also successfully incorporated into fashion, integrated into clothing, along with opportunities to improve the properties of textile fabrics. Impressive innovations are being created that can not only improve the quality of people's lives, but also show the creativity of designers in diverse clothing solutions, so it is necessary to study and analyse these possibilities and experiment with the implementation of achievements in a real environment. The perception of textiles has changed significantly to include electronic components, as a result today, smart textiles have been developed, that provide the user with increased functionality.*

The purpose of the study is to identify the possibilities of integrating electronic components in the context of modern fashion design. The use of electronic components and examples from designer clothing collections are analysed, showing contemporary LED options and integrating them in the design project of the clothing collection.

In the course of the research, an experimental activity has been carried out in the research centre of Metalworking and Mechatronics (MM) of Rezekne Academy of Technologies. The purpose of the article is to evaluate the results of collaborative research of design and engineering students and their application in practice of design technology. Used research methods: theoretical – research, analysis of literature and Internet resources, empirical - experiment and its data processing. Participants of the research - students of engineering and design study programs, two lecturers, researchers. Study period 2022/2023. Project development is an extensive and complicated process, in order to fully develop a clothing model, it is necessary to make several prototypes until the best result is achieved. The research is of practical importance, as it substantiates cooperation in an interdisciplinary experimental process, its results and joint research activity.

Keywords: *electronic components, design, interdisciplinary project, textile.*

Introduction

Actualization of technological (STEM and creative industries) knowledge and research which corresponds to the smart specialization strategy of Latvia. EU and Latvian strategic planning documents: An Agenda for the Modernisation of Europe's Higher Education Systems, Latvia's Strategy for Sustainable Development "Latvia 2030", provide bigger investment into new technologies, innovations; improvements in the education system and support for science. Support for generation and commercialization of new ideas, transfer of knowledge and user-oriented research, innovations, advancement of technologies are only some of the most prospective directions for development of economy. These documents, as a priority, include research development and practical application. The national innovation concept and programme provide for creating an innovative environment to promote practical use of scientific developments [1,2,3.].

The concept of wearing cloth started with cultural evolution for the purpose of covering body parts. However, with time, textiles are now not only used for wearing purposes but have multiple value-added options [4,5]. At the moment, user-defined textile wearables are widely involved in numerous fields, including medical, sports, military, and different defense-related projects [6,7].

The study of the historical development of technology allows us to conclude that technologies are first introduced in other industries, until they start to be studied, implemented and used in fashion design, where they allow the development of completely new, innovative design solutions. M. Koontz predicted in 2000, with the change of centuries, that technology will play a major role in future clothing, there will be radical innovations in the field of "smart clothing", new fabrics, revolutionary decorative and functional progress of materials, computerized ready-made clothing design [8]. 10 years have passed and predictions in fashion design are coming true.

S. Burke and R. Sinclair [9] recognize the great influence of technology in fashion and the textile industry, process integration and globalization, sustainability, the development of digital textile printing, as the basis for new materials and processes. Authors C., H. Lin and C.M. Lin [10] in a study on the use of nanotechnology digital printing in clothing design, recognizes that nanotechnology is the 21st century's biggest driver of technological and industrial development. It is a new technology that is being widely researched. Integrating nanomaterials into textiles has great potential in creating functional, "smart clothing" and "smart textiles" [11].

Progress in the field of nanotechnology has contributed to the development of smart clothing, which combines electronics with textiles. The fashion of the future is made up of high-tech clothing: smart clothes and nanotechnology fabric [12]. International conferences and exhibitions are held, which confirm the popularity and importance of nanotechnology in the future. There are companies in Latvia that offer nanotechnology products, materials, and provide nanocoating services. Anyone interested can buy nano-coatings from various companies and distributors and do the coating themselves. There are success stories about start-ups with innovative solutions using nanotechnology, such as Bolt Threads, Spiber, Nano Textile, GoGoNano, etc.

The realized RTA Grant project "Experimental studies in the integration of electronic components to improve the functional properties of textile fabrics" gives the opportunity to the academic staff of various branches in cooperation with students and businessmen to conduct experimental research, test the possibilities of new materials, and develop new, innovative design solutions and product designs using the new technologies. Cooperation between education, science and business promotes interdisciplinary research in RTA, innovative technological solutions in the development of design products.

Materials and methods

The purpose of the study is to identify the possibilities of integrating electronic components in the context of modern fashion design. The use of electronic components and examples from designer clothing collections are analysed, showing contemporary LED options and integrating them in the design project of the clothing collection.

Methods of research used: theoretical – research and analysis of literature and Internet resources, empirical - experiment and its data processing.

Participants - students of design study programs of RTA, two lecturers, researchers. Research period – year 2022/2023.

Theoretical statement

Reasoning for the topicality: As technologies develop, they are integrated into clothing, along with opportunities to improve the properties of textile fabrics, help people's health, promote safety and protection, and also work as decoration.

Development is taking place in many areas, including textile products. In order to make the outfit more original and modern, new materials are used. Fashion is cyclical, the latest

fashion is often borrowed from the clothing designs of the past. Thanks to technology, Space Age design, popularized in the 1960s, is making a comeback.

Smart textiles use fabrics that are designed and manufactured to incorporate technologies that provide increased functionality to the wearer. These textiles have many potential applications, such as the ability to communicate with other devices, conduct energy, transform into other materials, and protect the wearer from environmental hazards. In recent years, research and development on wearable, textile-based, personal systems that provide health monitoring, protection, and security, as well as healthy lifestyles, have attracted great interest [13].

Electronic components, well, are not unheard of in the digital world. With the development of medicine, science, as well as technology, electronics are most often integrated into clothing or accessories, such as glasses, to help people's daily lives. There are different ways to achieve this by monitoring the state of health or regulating movements. Textile substrates (fibers, yarn, cloth and clothing) combined with nanostructured electroactive materials provide the researcher with a universal route to create advanced wearable electronics compatible with the human body and other conditions [14]. Many of the products on display at recent tech shows were new, but they illustrate the wide range of possibilities these technologies offer. For example, Netherlands-based Philips Design's "Bubelle" dress changes color and brightness level depending on the mood of the wearer (See Fig.1).



1. Fig. "Bubelle" dress <https://inderpreetd.wordpress.com/2018/08/30/the-bubelle-dress/>

As technology develops, so do materials, including textiles. Engineers, by researching and experimenting, find solutions to improve people's daily life and make it better. The most widely known new materials that people can think of are fabrics that have electronics embedded in them. However, that's not all, there are other types of fabrics, such as fire retardant fabrics and thermochromic fabrics that determine body temperature, conductive fabrics. Conductive fabrics, also called metallized fabric or smart fabric, use conductive metals such as nickel, gold, carbon, stainless steel or titanium. Typical base materials are cotton, wool, polyester or nylon. There are two categories of conductive fabrics. The first is intrinsically conductive fibers and conductive polymers. The second is a non-conductive or less conductive substrate. They are either coated or embedded with an electrically conductive element. Other features include corrosion resistance and the need for smaller seams. Conductive fabrics are becoming increasingly popular, especially in the telecommunications, medical and wearable electronics industries. Many have an NFPA Class A flame rating [15].

Smart fabrics and wearable electronics are set for the success of portable electronics as the next step in today's information technology era. To be considered "smart", a textile (See Fig.2.) structure must integrate the ability to sense and respond to environmental stimuli. In a broad sense, the stimuli and response of smart textiles can have a variety of origins, including

chemical, thermal, magnetic, and electrical. The latter is related to the category of smart textiles that combine electronics with textile structures, referred to as electronic textiles or e-textiles, although other terminology such as "texttronics" is used. One of the main challenges for the success of wearable e-textile technology is the development of lightweight and flexible components and fiber structures with high electrical conductivity that can withstand the stresses associated with textile wear and care. Indeed, the lack of flexibility and weight associated with metallic conductors are the main obstacles to overcome in the burgeoning field of electronic textiles or e-textiles [16].

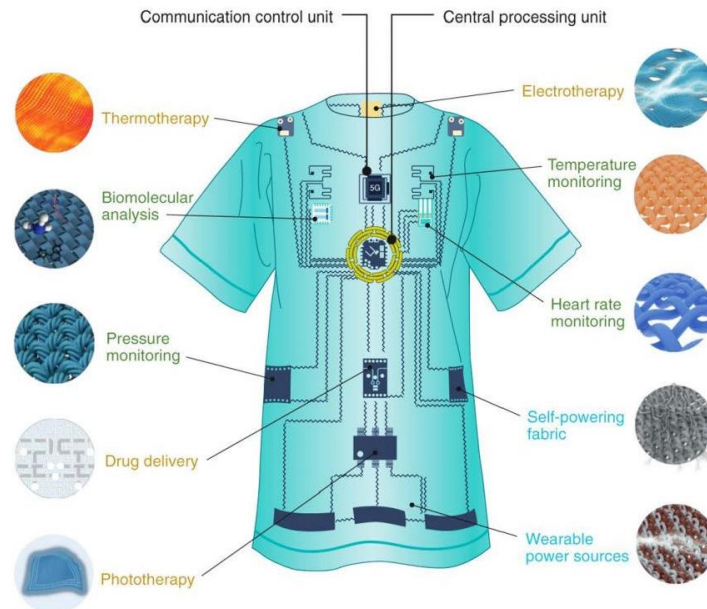


Fig.2. Smart textile <https://www.bioeng.ucla.edu/smart-textiles-for-wearable-healthcare-and-sustainability/>

There are already examples in the scientific literature of clothing, mostly for babies, changing color in case of fever, giving parents a visual cue. Today, fiber color change temperature discrimination allows color change under precisely defined conditions. Because of circulatory problems, it became possible to detect local infections [17].

- As technology advances, smart clothing is becoming popular. They provide more possibilities than the clothes we wear every day.
- Countless types of technologies are being integrated, each contributing to its own function. Starting with protective functions, up to a purely decorative approach (See Fig.3).



Fig 3. Healthcare e-textile system prototype design (“Astroskin” shirt by Carre Technologies Inc. (Hexoskin)) [17]. <https://www.mdpi.com/2079-9292/11/1/99>

Different levels of smart textiles:

- First-generation of smart textiles are those that sense environmental changes but cannot adjust their properties.
- Second-generation smart textiles include fabrics that first sense changes or environmental stimuli and then respond accordingly.
- Third-generation active textiles are integrated with soft and smart electronics that include sensors, optical gadgets, nanogenerators, and energy storage devices (See Fig.4).

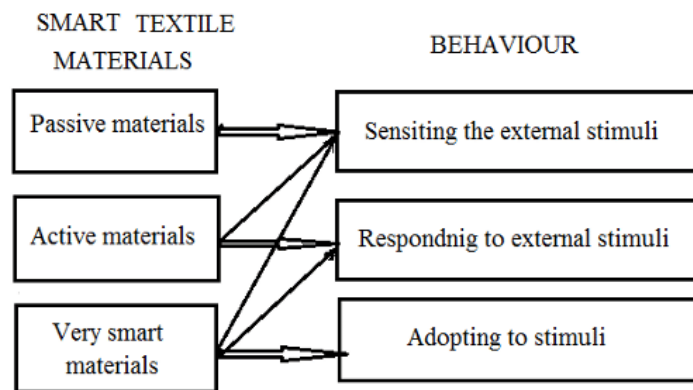


Fig.4.Diferent generation of smart textile.

https://www.researchgate.net/figure/Classification-of-smart-materials-considering-their-behavior_fig1_318110866

Some examples of smart textiles:

Adidas’s introduced commercially the first smart shoes to the market in 2004. The smart shoes consist of a sensor, microprocessor, electric motor, and the actual smart electronic textile material. It can adjust its cushioning system. That depends on what surface the wearers are running over or walking (See Fig.5.).



Fig.5. Smart shoes <https://textiledetails.com/application-of-smart-textiles/>

The smart baby vest is equipped with microchips and sensors. It can continuously monitor vital issues. Such as heart, lungs, as well as body temperature. As a result, doctors can easily detect heart circulatory illnesses. Besides, it is also used for other adult patients' life-threatening situations to save a life See (Fig.6).



Fig.6. Smart baby vest, smart fire Fighter Jacket
<https://textiledetails.com/application-of-smart-textiles/>

Electrically conductive textiles. The implementation of sensors and actuators in the textile industry is mainly focused on the conductive properties of the textile material. Electroconductive polymers in this sense are widely used in the textile industry (See Fig.7).

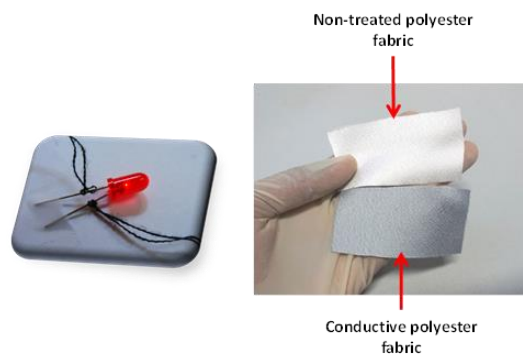


Fig.7 Conductive polyester fabric <https://sites.unica.it/dealab/conductive-textiles/>

Sensors on textiles. Different types of sensors can be integrated on textiles for different applications; such as thermal sensors, touch sensors, pressure sensors, optical sensors, chemical sensors, olfactory sensors, etc (Fig.8.).

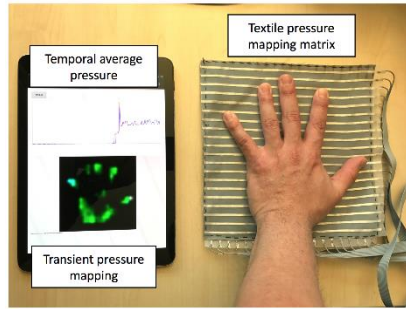


Fig.8. Sensors on textiles. <https://www.mdpi.com/1424-8220/17/11/2585>

Various are offered types of LED lights: A two-electrode diode; Addressable diodes; Diode strip; Sew in diodes; Diode flexible panels. Types of LED lights: El wire; El panels; El paint; Optical fibers; El tape.

Several are also known types of connections (Fig.9, 10.).

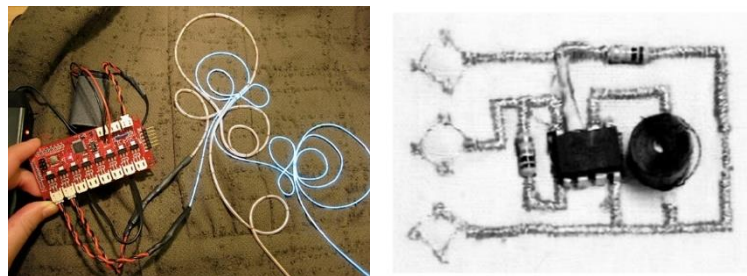


Fig.9. Wire and Thread [18] connection.

<https://makezine.com/article/technology/wearables/programming-el-wire-fashion>

<https://www.mdpi.com/1996-1944/14/17/5113>

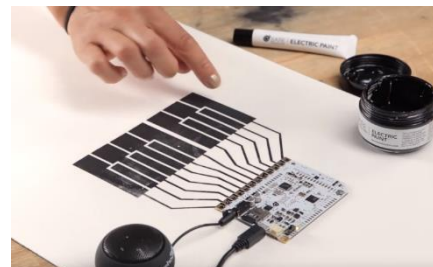
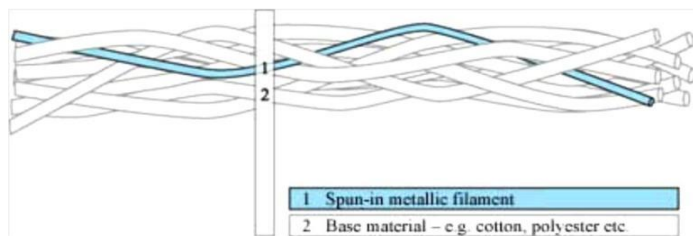


Fig.10.Connection with fibers and paint.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4168435>

<https://www.electronicproducts.com/conductive-paint-is-not-just-a-toy>

The study of scientific articles allows us to conclude that the use of technology in clothing and fashion design is increasing it introduces changes in traditional processing processes that allow significant saving of resources. Researchers focus on fashion as one of the most wasteful industries in the world, but thanks to new technologies and consumer demand, this is starting to change. Fashion design is associated with responsibility towards people and the environment. With the help of technology, it is possible to increase the quality of clothing processing and the time of use and its characteristics. The experimental activity ensures the determination of the optimal parameters and their safe application for the development and post-processing of the textile clothing collection. A fashion designer should establish cooperation with specialists, engineers who are familiar with equipment specifications and relevant technologies that can be successfully integrated into fashion design.

Results and discussion

The research problem is the situation understood as a theoretical or practical issue or problem which needs to be studied [20].

In the RTA scientific grant for research project "Experimental studies in the integration of electronic components to improve the functional properties of textile fabrics" research is carried out. The project has been implemented in cooperation with RTA Metalworking and Mechatronics (MM) research center, textiles with integrated electronics are being researched.

The grant project provides the development of scientifically based research for the integration of functional textile fabrics in smart clothes to improve their usage characteristics, promoting the use of advanced technologies, new solutions in the design of textile products, improving the design process of smart clothes: research of the current situation and achievements of the industry in the use of functional textile fabrics in smart clothes, analysis and use for the provision of research; determination of the optimal parameters and directions of the intelligent processing process of textile fabrics; - selection, development, analysis and compilation of methods and recommendations on the application of functional textile fabrics in smart clothing, the use of advanced technologies; selection of technically and economically justified solutions; the use of advanced technologies, functional textile fabrics, in the production of smart clothing designs; involvement of production companies to obtain feedback; evaluation of quality, usability and durability; the development of a new integrated, interdisciplinary study, which promotes scientific research for students and the latest knowledge in the theory and practice of the industry and related sciences for academic staff; expansion of cooperation with entrepreneurs for the use of research results and for ensuring the improvement of the content of study programs.

In the grant project, the following results were obtained for specific samples of textile fabrics:

- 1) Samples of different textile fabrics, preparation of materials for experimental research, based on theoretical reasoning;
- 2) Trials of possibilities/types of development of functional textile fabrics for improvement of usability properties, testing of samples of experimental textile fabrics for determination of optimal parameters.
- 3) Development of a model design project, foreseeing the possibilities of integrating electronics, making a prototype (See Fig.14.).
- 4) Research of existing studies on the integration of functional/intelligent processing methods, techniques and technologies;
- 5) Research into the use of functional/intelligent processing possibilities and methods, techniques and technologies in polyester textile fabric, using RTA's material and technical provision;
- 6) Analysis of experimental results and comparison with theory;
- 7) Use research results for improved solutions in the development of designs in RTA student's qualification works. (Qualification thesis: Integration of electronic components in clothing design).

Fabrication of textiles with an integrated electroconductive system (See Fig.11.):

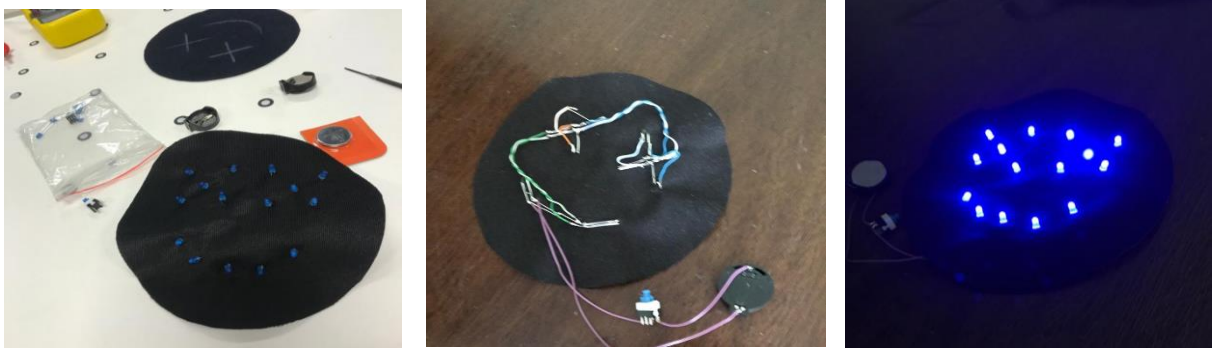


Fig.11. The results of the experiment were obtained in the RTA grant project. Integrating LEDs into textiles.

As an example, results of authors experiment (See Fig.12.).

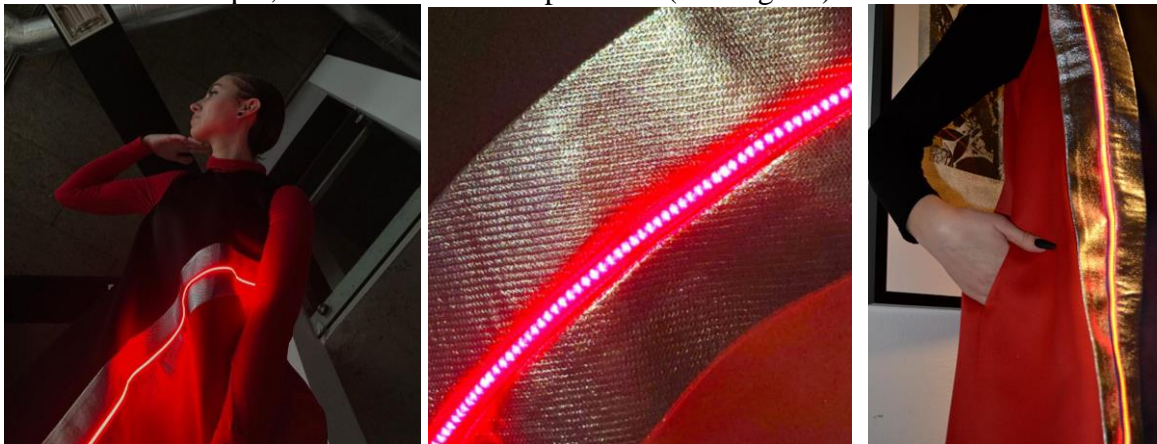


Fig.12. Development of a model design project, foreseeing the possibilities of integrating electronics, making a design sample.

Conclusions

- Modern global development tendencies in manufacturing show continuous use of latest technologies in raw materials and the technological process of product manufacturing. One of these technologies is the various smart material processing possibilities.
- In global research, in the manufacturing of functional products, materials and processing technologies are constantly being improved, which ensures the design of new, improved products and the improvement of existing technological possibilities in product manufacturing.
- The projects designed by RTA students and user-oriented research, fulfilment of real requested works, design where research results are required promote the practical application of the research results, the expansion of cooperation with entrepreneurship sectors.
- The integration and use of technologies for creating unique, complex designs, improving the quality of textile materials, and developing smart clothing has become a current trend in fashion design;
- In recent years, the design concept features sustainable, environmentally friendly design, which calls for the evaluation of production technologies, processing methods, which affect the resources of the whole world, the environment, the climate and the health of the population. The researched smart textile technology is recognized as sustainable, streamlining and facilitating people's lives;

- Fashion design must be responsible, not only by introducing the latest technologies, but also by getting involved and following up on their research, by choosing processes and products that are proven and recognized as safe for the environment and people;
- With the rapid and continuous development of technology, more impressive e-textiles and clothes are created, which can not only improve the quality of people's lives, but also show the creativity and talent of designers in creating original clothing solutions.
- The range of types of LED diodes is wide, each designer can find the most suitable type to use in the design of their project according to their abilities and wishes.
- When comparing the selected materials, the incompatibility of the fabrics in terms of thickness was found, therefore, the required effect was not created. This was improved by using an adhesive cloth for the silver cloth so that the strip, which is meant to be an accent, retains that function.
- Involvement of academic staff, students, and entrepreneurs in innovative projects, advancing the scientific research capacity of the academic staff, ensuring technological excellence and transfer for the advancement of entrepreneurship is the foundation for the scientific and research development of Rezekne Academy of Technologies (RTA).

Acknowledgment

This work was developed within the framework of the Rezekne Academy of Technologies research grant Experimental studies on the use of functional textiles to improve usability in smart clothing.

Bibliography

1. Par Izglītības attīstības pamatnostādņem 2021.–2027. gadam [On the Education Development Guidelines 2021-2027]. Available at: <https://likumi.lv/ta/id/324332>
2. Par Zinātnes, tehnoloģijas attīstības un inovācijas pamatnostādņem 2021.–2027. gadam (likumi.lv) [On the Science, Technology Development and Innovation Guidelines 2021-2027 (likumi.lv)]. Available at: <https://likumi.lv/ta/id/322468-par-zinatnes-tehnologijas-attistibas-un-inovacijas-pamatnostadnem-2021-2027-gadam>
3. Latvijas dizaina stratēģija 2022-2027[Latvian design strategy 2022-2027] latvijas-dizaina-strategija-2022-2027.pdf (km.gov.lv)
4. Wang, L.; Fu, X.; He, J.; Shi, X.; Chen, T.; Chen, P.; Wang, B.; Peng, H. Application Challenges in Fiber and Textile Electronics. *Adv. Mater.* 2020, 32, 1901971. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
5. Mecnika, V.; Scheulen, K.; Anderson, C.F.; Hörr, M.; Breckenfelder, C. Joining Technologies for Electronic Textiles. In *Electronic Textiles*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2015; pp. 133–153. ISBN 978-0-08-100201-8. [Google Scholar]
6. Valentine, L.; Ballie, J.; Bletcher, J.; Robertson, S.; Stevenson, F. Design Thinking for Textiles: Let's Make It Meaningful. *Design J.* 2017, 20, S964–S976. [Google Scholar] [CrossRef]
7. Scatagliñi, S.; Andreoni, G.; Gallant, J. A Review of Smart Clothing in Military. In *Proceedings of the 2015 Workshop on Wearable Systems and Applications—WearSys '15*, Florence, Italy, 18 May 2015; pp. 53–54. [Google Scholar]
8. Technology will influence fashion (2000). *USA Today Magazine*, Vol. 129 Issue 2666, 2-8. Database: EbscoHost
9. Burke, S., Sinclair, R. *Computer-Aided Design (CAD) and Computer-Aided Manufacturing (CAM) of Apparel and other Textile Products. Materials, Design and Technology. Textiles and Fashion.* Woodhead Publishing Series in Textiles 2015, Pages 671-703. Database: ScienceDirect
10. Lin C.H., & Lin, C.M. *The Study in the Application of Nanotechnology Digital Printing in Clothing Pattern Design.* Accessed on 22.10.2022. Available online: <https://www.scientific.net/KEM.562-565.674>
11. Joshi, M., Adak, B. Advances in Nanotechnology Based Functional, Smart and Intelligent Textiles: A Review. *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering. Comprehensive Nanoscience and Nanotechnology* (Second Edition). Volume 5, 2019, Pages 253-290. Database: ScienceDirect
12. Hooijdonk, R. Wearing high-tech garments: smart clothes and nanotech fabric tailor the fashion of the future. Accessed on 18.09.2022. Available online: <https://richardvanhooijdonk.com/blog/en/wearing-high-tech-garments-smart-clothes-and-nanotech-fabric-tailor-the-fashion-of-the-future/>
13. Vassiliadis, S., Potirakis, S., Mitilineos, S., Stathopoulos, N. A., Rangoussi, M., Prekas, K. New Textile Materials and Structures: an Ignition for Changes in the Neighboring Fields of Engineering. *International*

Conference on Technics, Technologies and Education ICTTE 2013 October 30-31 2013, Yambol, Bulgaria
<https://sites.google.com/a/trakia-uni.bg/ictte-2013/>

14. Shak Sadi, Mohammad, Kumpikaitė, Eglė (2022) *Advances in the Robustness of Wearable Electronic Textiles: Strategies, Stability, Washability and Perspective*. Accessed on 28.11.24.) Available at: <https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=0ae2fe13-ad37-48ae-b929-1d520445045c%40redis&bdata=JnNpdGU9ZWZWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#AN=157795416&db=a9h>
15. Smart Textiles for Wearable Healthcare and Sustainability Explained. Available at: <https://www.bioeng.ucla.edu/smart-textiles-for-wearable-healthcare-and-sustainability/>
16. Krifa, M. Electrically Conductive Textile Materials—Application in Flexible Sensors and Antennas. (Accessed on 26.01.22.) Available online: <https://www.mdpi.com/2673-7248/1/2/12/htm>
17. Hexoskin (Carré Technologies Inc.) Hexoskin Smart Shirts—Cardiac, Respiratory, Sleep & Activity Metrics. Available online: <https://www.hexoskin.com/> (accessed on 16 November 2024).
18. Simegnaw, A.A.; Malengier, B.; Rotich, G.; Tadesse, M.G.; Van Langenhove, L. Review on the Integration of Microelectronics for E-Textile. *Materials* 2021, 14, 5113. <https://doi.org/10.3390/ma14175113>
19. Fashion's next Generation: How Technology and Culture are Combining. Available at: <https://www.theinterline.com/2024/03/12/fashions-next-generation-how-technology-and-culture-are-combining/>
20. Mārtinsons, K. *Ievads pētniecībā: stratēģijas, dizaini, metodes*. [Introduction to Research: Strategies, Designs, Methods]. Rīga: RAKA.,2011.

KOLORADO VABOĻU ATPAZĪŠANA, IZMANTOJOT YOLOV5 IDENTIFICATION OF COLORADO BEETLES USING YOLOV5

Autori: **Jānis Dembovskis**, e-pasts: jd22029@edu.rta.lv, telefona nr.: 28935600
Kaspars Rudzusiņš, e-pasts: kr22043@edu.rta.lv, telefona nr.: 25768008
Zinātniskā darba vadītājs: **Sergejs Kodors, Dr.sc.ing.**, e-pasts: sergejs.kodors@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *The monitoring of Colorado potato beetles in large fields is a complex and time-consuming process that requires accurate data collection, analysis, and interpretation. The use of artificial intelligence (AI) can greatly simplify this complex process by automatically monitoring fields and detecting beetles marking locations of their location. We trained an object detection neural network using YOLOv5 framework using the dataset with 150 images of the Colorado potato beetles photographed in the natural conditions. We trained YOLOv5s model and got the most perfect result that was 0.995 mAP. Using the best trained neural network, we can now put videos and image files in the code and the neural network will run and detect all the Colorado potato beetles in the given files automatically.*

Keywords: *artificial intelligence, Colorado potato beetle, neural network, object detection, YOLOv5.*

Ievads

Kolorado kartupeļu vaboļu invāzijas monitorings lielos kartupeļu laukos ir sarežģīts un laiktīlīgs process. Mākslīgā intelekta (AI) izmantošana var ievērojami vienkāršot šo procesu, automātiski uzraugot laukus un identificējot inficētas rindas un lauka kvartālus. Tas ļauj lauksaimniekiem iegūt savlaicīgus datus par kartupeļu laukiem un savlaicīgi cīnīties ar Kolorado vabolēm. Turklāt AI nodarbināšana varbūt izdevīga no ekonomiskā viedokļa, jo ietaupīto laiku un resursus var novirzīt citiem uzdevumiem, uzlabojot kartupeļu audzēšanas efektivitāti un rentabilitāti.

Neironu tīkli ir viens no modernās datorzinātnes progresīvākajiem un strauji attīstošākajiem tehnoloģiskajiem risinājumiem, kas spēj apstrādāt un interpretēt datus dažādās jomās, tostarp gudrā lauksaimniecībā. Šī pētījuma objekts ir neironu tīklu izmantošana Kolorado vaboļu atpazīšanai laukos, piedāvājot daudzsološu risinājumu kartupeļu ražas aizsardzībai.

Pētījuma mērķis: apmācīt mākslīgo intelektu, lai tas spētu atpazīt Kolorado vaboli attēlā vai video.

Uzdevumi:

- 1) Sagatavot attēlu datu kopu ar kolorado vabolēm.
- 2) Izpildīt datu kopas anotāciju.
- 3) Apmācīt neironu tīklu atpazīt Kolorado vaboles, pielietojot YOLOv5s modeli.
- 4) Pārbaudīt modeļa atpazīšanas kvalitāti ar citām bildēm un video failiem.

Materiāli un metodes

YOLOv5s [1] apmācībai tika atlasītas un izvēlētas 150 bildes no interneta vietnes *INaturalist* [5], kuras satur Kolorado vaboles (sk. 1. attēlu). Izmantojot jau gatavo servisu *INaturalist Open Data*, tika lejupielādētas bildes.



1. attēls. Kolorado vaboļu bilžu piemēri

Kad bildes bija veiksmīgi ielādētas, tika izveidota mape un tajā iekšā vēl divas apakšmapes, pirmā ar nosaukumu “images” un otrā ar nosaukumu “labels”. Abās mapēs tika izveidotas vēl divas mapes ar nosaukumiem “train” un “val”. Bilžu mapē “train” tika ievietotas 100 bildes un “val” mapē atlikuās 50.

Lai apmācītu YOLOv5s modeli, vispirms veicām datu kopas anotācijas YOLO formātā, un šo procesu veicām, izmantojot tīmekļa vietni "makesense.ai" [2]. Ielādējām attēlus un manuāli marķējām katru redzamo kolorado vaboli (sk. 2. attēlu). Kad visās 150 bildēs tika iezīmētas kolorado vaboles tika eksportēta .zip pakotne ar YOLO formāta failiem. (*Actions > Export Annotations > A .zip package containing files in YOLO format*). Kad faili tika izvilkti no .zip pakotnes, tos ievietojām mapē “labels”, “train”.



2. attēls. Marķētas Kolorado vaboles

Tālāk tika atvērta oficiālā YOLOv5 GitHub lapa [1], tajā var atrast saiti uz Google Colab [3], kur ar gataviem koda piemēriem ir parādīts kā apmācīt YOLOv5.

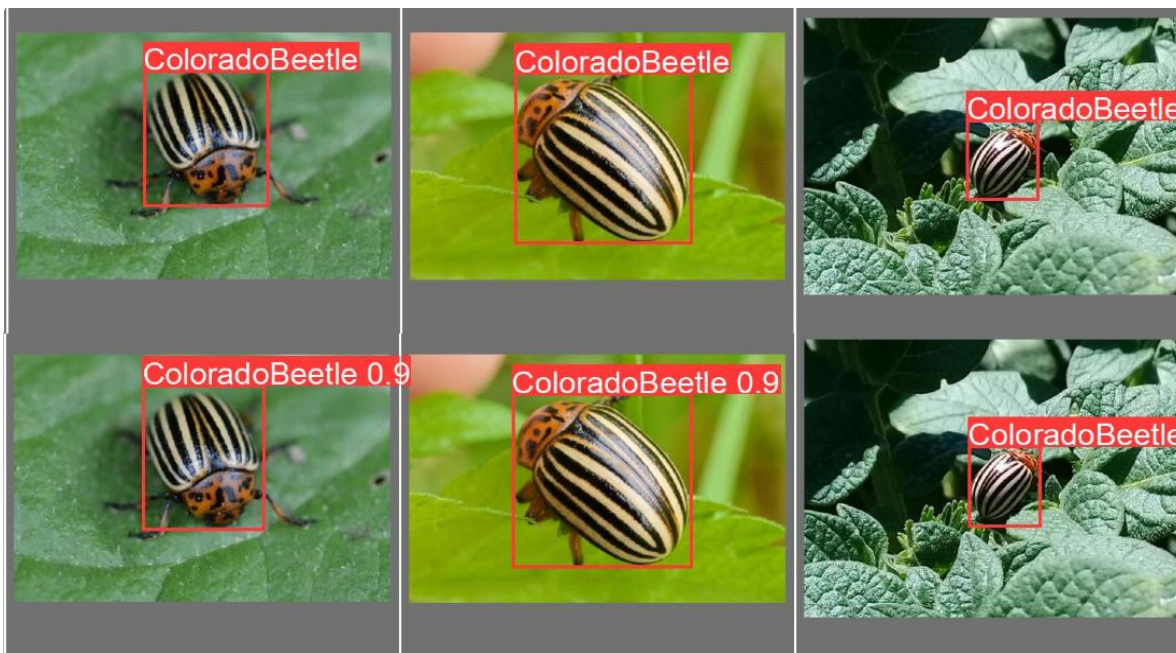
Python kodā, izmantojot iepriekš uztaisīto mapi ar bildēm un YOLO formāta teksta failiem, tika veikta mākslīgā intelekta neirona tīkla trenēšana ar priekš apmācītu YOLOv5s modeli uz COCO128 datu kopas (sk 3. attēlu). Trenēšanas procesā tika izmantots 50 epochu daudzums.

```
!python train.py --img 640 --batch 16 --epochs 50 --data coco128.yaml --weights yolov5s.pt --cache
```

3. attēls. Python kods, lai trenētu mākslīgo intelektu

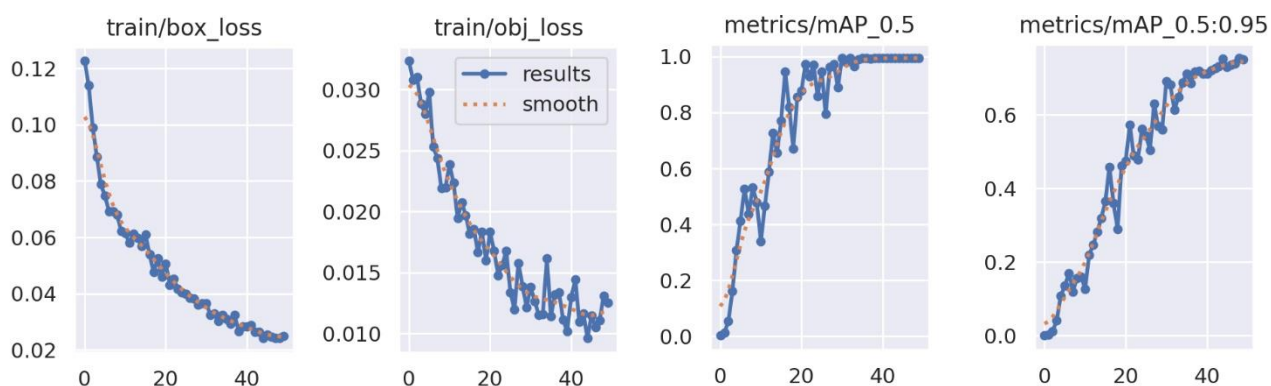
Rezultāti un diskusija

Labākais trenēšanas rezultāts bija 0.995 mAP (*mean Average Precision*), kas ir gandrīz perfekts precizitātes rezultāts. Zemāk attēlā (sk. 4. attēlu) ir parādīts salīdzinājums starp manuāli apvilktajām bildēm (augšējā rinda) un YOLOv5 apvilktajām bildēm (apakšējā rindā), kā arī YOLOv5s pie nosaukuma blakus pievienojs pārliecības rādītājs (*confidence score*) no 0,1 līdz 0,9, kā var redzēt neironitīkls bija ļoti pārliecināts par rezultātiem un apvilktās vaboles robežkastes var teikt ir identiskas un pārliecības rādītājs, ka bildē ir redzama kolorado vabole ir uz maksimālā.



4. attēls. Salīdzinājums starp kolorado vaboļu bildēm (Augšējā rinda – manuāli apvilktās robežkastes, apakšējā – YOLOv5s apvilktās robežkastes)

Zemāk ir parādīti grafiki (sk. 5. attēlu), kuros ir redzami zaudējuma un precizitātes rādītāji.



5. attēls. Grafiki ar precizitātes un zaudējumu rādītājiem

train/box_loss – tas grafiks norāda uz zaudējumiem, kas saistīti ar prognozēšanu, kas saistīti ar ierobežojošo kastu (*bounding box*) koordinātu prognozēšanu trenēšanas laikā. Tas parāda, cik precīzi modelis regresē ierobežojošo kastu koordinātas. Zemākas vērtības norāda uz labāku veikspēju, precīzi lokalizējot objektus attēlos [4].

train/obj_loss – tas grafiks norāda uz zaudējumiem, kas saistīti ar objektu detektēšanu trenēšanas laikā. Tas parāda, cik precīzi modelis identificē un klasificē objektus attēlos. Tieši

tāpat kā iepriekšējam grafikam zemākas vērtības norāda uz labāku veiktspēju, precīzi atpazīstot objektus [4].

metrics/mAP_0.5 – tas grafiks norāda uz vidējo precizitāti (*mean Average Precision - mAP*), kas aprēķināta pie Krustpunkta pār Savienošānu (*Intersection over Union - IoU*) sliekšņa 0,5 novērtējuma laikā. Šis grafiks kvantificē objektu detektēšanas precizitāti, ņemot vērā gan precizitāti (cik daudz no paredzētajiem noteikumiem ir pareizi), gan atgriešanu (cik daudz no patiesajiem objektiem ir konstatēti) pie konkrēta *IoU* sliekšņa. Augstākas vērtības *metrics/mAP_0.5* norāda uz labāku veiktspēju [4].

metrics/mAP_0.5:0.95 – tas grafiks norāda uz vidējo precizitāti (*mean Average Precision - mAP*), kas aprēķināta pie dažādiem Krustpunkta pār Savienošānu (*Intersection over Union - IoU*) sliekšņiem, kas svārstās no 0,5 līdz 0,95 novērtējuma laikā. Šis grafiks nodrošina visaptverošu novērtējumu par objektu detektēšanas veiktspēju, ņemot vērā precizitāti un atgriešanu dažādos *IoU* sliekšņos. Augstākas vērtības *metrics/mAP_0.5:0.95* norāda uz kopējo labāku veiktspēju, precīzi atpazīstot un lokalizējot objektus dažādos *IoU* sliekšņos [4].

Secinājumi

Izmantojot *MakeSense* rīku un *Google Colab* vidi tika apmācīts mākslīgā intelekta YOLOv5s modelis, kurš var atpazīt un iezīmēt bilžu vai video failos Kolorado vaboles. Bilde, kas tika izmantota apmācībai, tika izvēlēta no interneta vietnes *INaturalist*. Neirona tīkla apmācīšanai izmantojām 50 epochu skaitu. Mēs konstatējām skatoties mūsu datu kopas apjomu, ka 50 epochu skaits bija pietiekošs apmācīšanas procesam, jo pēdējie rezultāti bija ar vērtību 0,995 mAP. Pēc veiksmīgas neirona tīkla apmācības saņēmām kļūdu un precizitātes grafikus, kuros tika parādīts kā neirona tīkls mācās un kā ar katru nākošo apmācības epochu mAP pieaug.

Vērts pieminēt, ka modeļa precizitāti var uzlabot palielinot datu kopas apjomu, lai neirona tīklam būtu vairāk bilžu piemēru ar Kolorado vabolēm no kurām varētu precīzāk noteikt kur atrodas objekts un tādēļ precīzāk iezīmējot robežkastes. Bet ja tiek palielināts datu kopas apjoms attiecīgi ir jāpalielina apmācības epochu skaits un apmācīšanas process būs ilgāks.

Acknowledgement

This research is funded by the Latvian Council of Science, project “Development of autonomous unmanned aerial vehicles based decision-making system for smart fruit growing”, project No. lzp-2021/1-0134

Summary

Summary: The YOLOv5 model was trained to recognize Colorado potato beetles using a dataset comprising 150 images sourced from the INaturalist website. These images were downloaded using the INaturalist Open Data server. The dataset was divided into training and validation sets, with 100 images in the training set and 50 images in the validation set.

The training process involved marking the Colorado potato beetles in each image using the "makesense.ai" website. Annotations were exported in YOLO format, and the training was conducted using Python code. The training utilized 50 epochs to achieve high precision results, with the best mean Average Precision (mAP) of 0.995, indicating near-perfect accuracy.

Evaluation of the model included comparing the annotated images with those annotated by YOLOv5, showing high confidence scores for the detected beetles. Graphs depicting loss and precision metrics were also provided, including box loss, object loss, mAP at IoU 0.5, and mAP across various IoU thresholds (0.5 to 0.95), demonstrating the model's robust performance in detecting and localizing Colorado potato beetles.

Overall, the YOLOv5 model demonstrated exceptional accuracy in recognizing Colorado potato beetles, with precise localization and high confidence scores, as evidenced by the evaluation metrics and comparison with manually annotated images.

Literatūras un avotu saraksts

1. Train Custom Data with YOLOv5 - <https://github.com/ultralytics/yolov5/wiki/Train-Custom-Data> sk. 21.03.2024
2. Data annotation platform for machine learning projects - <https://www.makesense.ai/> sk. 21.02.2024
3. YOLOv5 tutorial Google Colab - <https://colab.research.google.com/github/ultralytics/yolov5/blob/master/tutorial.ipynb> sk. 21.03.2024
4. Understanding of the YOLOv5 graphs - https://www.researchgate.net/publication/373744977_Automatic_Cell_Counting_With_YOLOv5_A_Fluorescence_Microscopy_Approach#pf5 sk. 21.03.2024
5. INaturalist Nature observation platform - <https://www.inaturalist.org/observations> sk. 21.03.2024

MATHEMATICAL MODELING IN MATLAB AND PYTHON FOR THE HEAT CONDUCTION EQUATION WITH HOMOGENEOUS BOUNDARY CONDITIONS AND VARIABLE SOURCE FUNCTION

MATEMĀTISKĀ MODELĒŠANA MATLAB UN PYTHON VIDĒ SILTUMA VADĪŠANAS VIENĀDOJUMAM AR HOMOĢĒNIEM ROBEŽNOSACĪJUMIEM UN MAINĪGU AVOTA FUNKCIJU

Author: **Kaspars Dortāns**, e-mail: kd20048@edu.rta.lv, phone: +371 27138117
 Scientific supervisor: **Ilmārs Kangro, Mg.math., Dr.paed., associated professor**, e-mail: ilmars.kangro@rta.lv
 Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
 Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. In this paper, we consider solving the initial-boundary value problem of the second-order partial differential equation for the heat transfer equation with variable heat source function. The problem due to the approximation of the second-order derivatives by the finite differences is reduced to the initial value problem depending on one variable – time t . Some numerical results and their characteristics – figures are obtained.

Keywords: finite difference scheme, heat transfer equation, initial boundary value problem, MATLAB, Python.

Introduction

Applications of one-dimensional and two-dimensional initial-boundary value problems of second-order partial differential equations are very diverse - in electromagnetism, computer modeling, physical, chemical, etc. in process simulation, as well as mathematics in the theory of ordinary and partial differential equations. The paper examines the two-dimensional initial-boundary value problem of the second-order partial differential equation for the heat conduction equation and the process of its numerical solution. Knowledge of the computer program MATLAB and the programming language Python was acquired to use their capabilities in solving the boundary problem. In the environment of these programs, programs were successfully developed, which, based on the created mathematical apparatus, find the solution of the boundary problem, and output the result in numerical form and graphically - in the form of drawings.

Materials and methods

Initial - boundary value problem

We consider the initial - boundary value problem (IBVP) for the heat transfer equation in the following form (1):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \right) + f(x), \\ u(-L, t) = 0, u(L, t) = 0, t \in (0, t_f), \\ u(x, 0) = 0, x \in (-L, L), \end{array} \right. \quad (1)$$

$u(x, t)$ - temperature, depending on x -coordinate and time t (both are dimensionless quantities),

$k > 0$ - the constant parameter, t_f is the final time, f - given function (the source function).

It can be considered that in the interval $x \in (-L, L)$ there is, for example, a metal rod to which heat is supplied according to a certain law characterized by the source function $f(x)$.

We consider a uniform grid in the space $x_j = jh, j = \overline{0, N}, Nh = 2L$.

We apply the finite differences of the second order of approximation [1]:

$$\frac{\partial^2 u(x_i, t_n)}{\partial x^2} \approx \frac{u(x_{i-1}, t_n) - 2u(x_i, t_n) + u(x_{i+1}, t_n)}{h^2}$$

Applying the aforementioned approximation, the boundary value problem (1) is reduced to a one-dimensional (dependent on variable t) initial value problem. Therefore, to find the initial value problem corresponding to the boundary value problem (1) in matrix form, we first consider the following one-dimensional initial value problem (IVP) [2]:

$$\begin{cases} \dot{u}(t) = -k_1 u(t) + f(t), \\ u(0) = u_0, \end{cases} \quad (2)$$

The solution of the homogeneous equation of the IVP (2) is in the form [3]:

$$u_1(t) = C e^{-k_1 t}$$

Then, applying the constant variation method, the solution of IVP (2) is in the form [1, 3]

$$u(t) = C(t) e^{-k_1 t} \quad (3)$$

Then, inserting the expression (3) into the equation of the IVP (2), we get

$$\dot{C} e^{-k_1 t} + C(-k_1) e^{-k_1 t} + C k_1 e^{-k_1 t} = f,$$

or

$$\dot{C} e^{-k_1 t} = f, \quad (4)$$

where $\text{kur } \dot{C} = \dot{C}(t), f = f(t)$.

Integrating both sides of equation (4) over the variable t gives

$$C(t) = \frac{f}{k_1} e^{k_1 t} + C_1. \quad (5)$$

Inserting the $C(t)$ expression (5) into the expression (3) gives

$$u(t) = \frac{f}{k_1} + C_1 e^{-k_1 t}. \quad (6)$$

To calculate the constant C_1 , the initial condition of the problem (2) $u(0) = u_0$ is applied to the expression (6):

$$u_0 = \frac{f}{k_1} + C_1,$$

and we obtain

$$C_1 = u_0 - \frac{f}{k_1}.$$

Then the function $C(t)$ (5) has the form:

$$C(t) = \frac{f}{k_1} e^{k_1 t} + \left(u_0 - \frac{f}{k_1} \right). \quad (7)$$

Inserting the obtained expression of the function $C(t)$ into expression (3), the solution of the one-dimensional initial value problem (2) is obtained in the following form:

$$u(t) = u_0 e^{-k_1 t} + \frac{f}{k_1} (1 - e^{-k_1 t}) \quad (8)$$

Based on the obtained one-dimensional initial value problem solution (8), the initial value problem corresponding to the boundary value problem (1) in vector form is [2, 4]:

$$\begin{cases} \dot{U}(t) + AU(t) = F(t), \\ U(0) = U_0, \end{cases} \quad (9)$$

The solution of (9) is in the form:

$$U(t) = U_0 e^{-At} + (E - e^{-At}) A^{-1} F, \quad (10)$$

where A is a 3-diagonal matrix of order $N - 1$ with multiplier k , A^{-1} is the inverse matrix of matrix A , E is the unit matrix of order $N-1$, $U(t), \dot{U}(t), U_0, F(t)$ are the column-vectors of $N - 1$ order with elements $u_j(t) \approx u(x_j, t)$.

The initial value problem (9) was solved using MATLAB [5] and Python.

MATLAB

MATLAB is short for Matrix Laboratory. It is a high-level programming language and interactive environment primarily designed for numerical computing. It's widely used in academia, engineering, and industry for a variety of applications including robotics, signal processing, image processing, control systems, machine learning, and more. [6]

At its core, MATLAB is suited for computation, data analysis, and data visualization. MATLAB offers extensive built-in functions and tools for numerical computation and data visualization.

MATLAB is interactive, it provides GUI controls and a command-line interface. Users can execute commands or scripts and see their results immediately, which allows for faster development, testing, and experimentation.

Additionally, MATLAB supports the creation of graphical user interfaces (GUIs) for building user-friendly applications [7]. Users can convert scripts into simple applications. Applications can be built interactively and programmatically.

It is possible to use MATLAB with other programming languages as it provides two-way integration with programming languages like C/C++, Java, and Python, thus enabling users to incorporate their MATLAB algorithms into other software systems. Or utilize existing code in MATLAB environment.

MATLAB also serves as a platform for machine learning (ML) research and application development. It is capable of ML tasks such as classification, regression, clustering, dimensionality reduction, and more.

Python

Python is interpreted object-oriented dynamically typed programming language [8]. It is used to build a wide range of applications, from web development and scripting to scientific computing and data analysis. One of its main principles is clear and concise syntax, Python promotes code readability and maintainability. Python has the standard library which provides a set of modules and functions for diverse tasks. Python's popularity within the scientific community is increased by libraries such as NumPy, SciPy, and Matplotlib, which offer powerful tools for numerical computing and visualization.

There can be found frameworks that are built using Python such as Django and Flask for web development, PyTorch and TensorFlow for machine learning, and pandas for data manipulation. A wide range of frameworks and tool packages allows for Python to be a versatile tool for many applications.

Python is interpreted, which means that Python code is executed line-by-line, without the need for compilation into machine code beforehand. This can speed up development and make experimentation easier as developers can execute code snippets and receive immediate feedback. On the other hand, the interpreted nature of Python decreases its performance, making it less performant than compiled languages.

Results and discussion

Solving initial-boundary value problems in MATLAB and Python

Task description. A homogenous thin rod with a given starting temperature. For all x values in the interval $(-L, L)$ with start time $t=0$ temperature changes by formula $U(x, 0) = f(x)$. Time changes in interval $(0, t_f)$.

Find out the temperature distribution for all x coordinates in given x and time intervals.

The solution function was implemented with 4 parameters: chosen x coordinate count; k constant; f_0 heat source force; and t time points at which to compute temperature distribution.

In solution 2 heat source distributions were chosen – evenly distributed and exponentially distributed heat sources.

Equation (9) was implemented and used to calculate the temperature for each given x coordinate at each time moment.

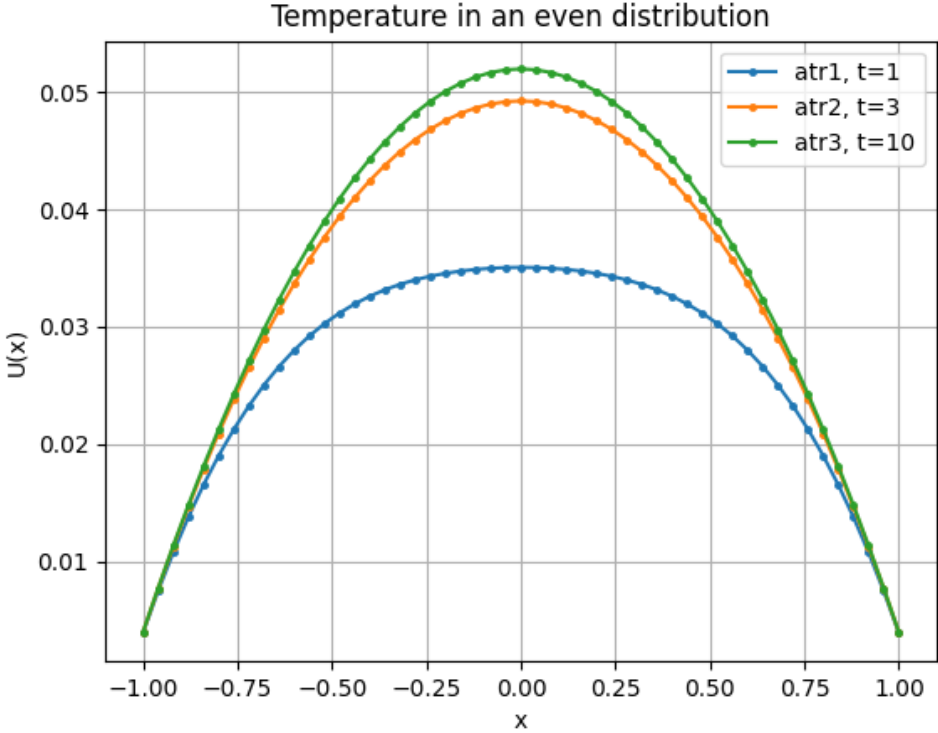


Fig.1. Temperature distribution dependence on x with fixed temperature

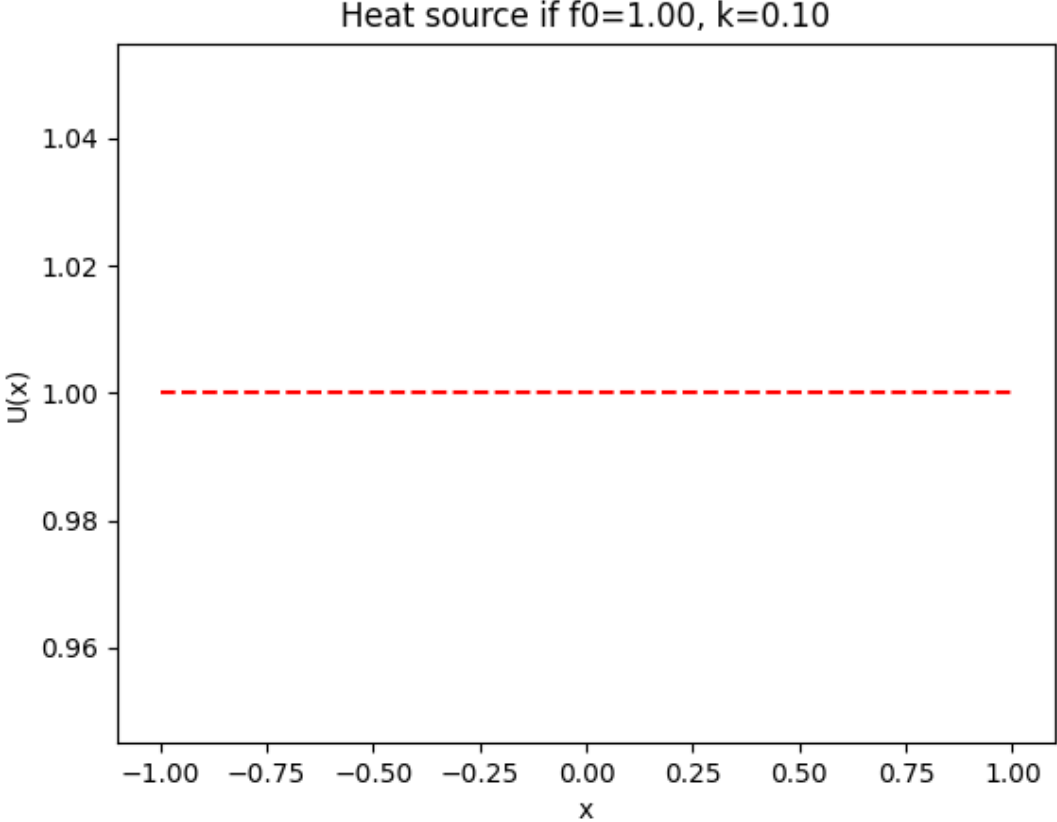


Fig.2. Even heat source dependence on x

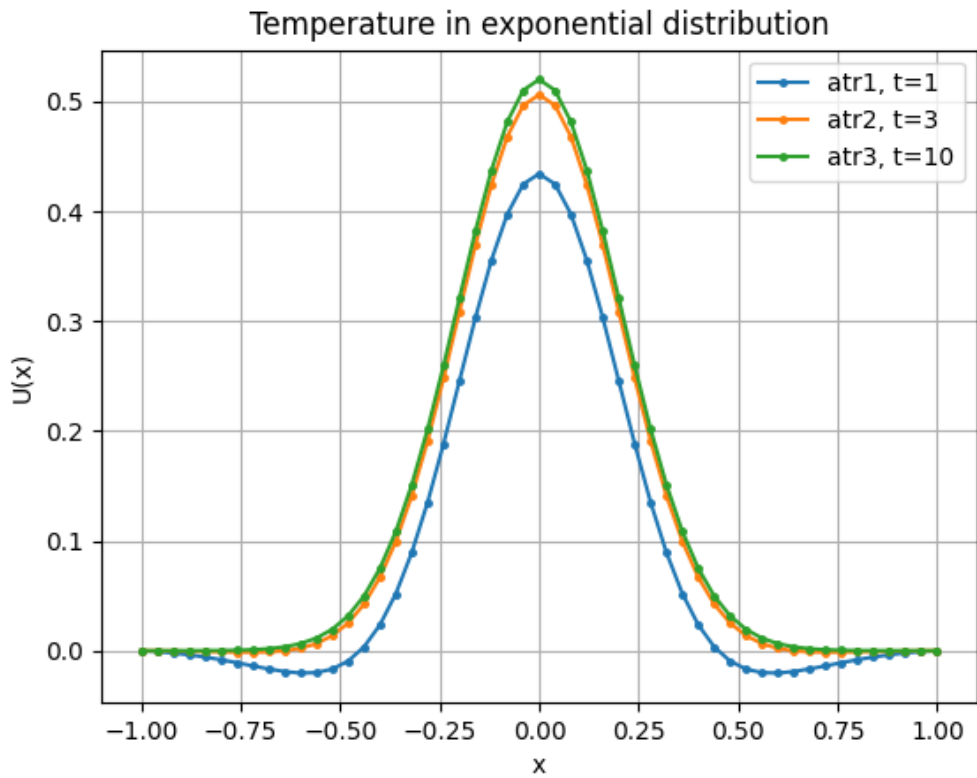


Fig.3. Temperature distribution dependence on x with fixed temperature

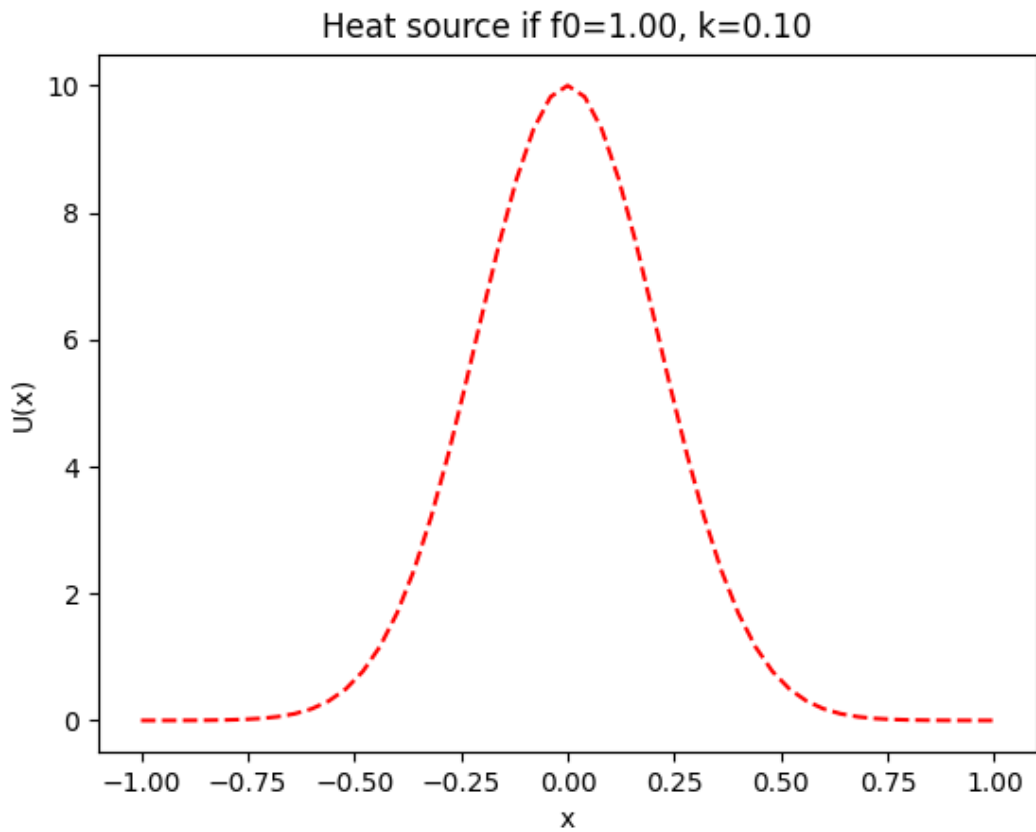


Fig.4. Exponential heat source dependence on x

Python solution source code

Figures 5. and 6. are displayed Python solution source code.

```
1  import numpy as np
2  import matplotlib.pyplot as plt
3  from scipy.linalg import expm
4
5  def SiltDif(N: int, k: int, f0: int, t: list[int]):
6      N1 = N + 1
7      h = 1 / N # step
8
9      # x - heat source coordinate array
10     x = np.linspace(-1, 1, N + 1)
11
12     # B2 - creates matrix filled with 0
13     B2 = np.zeros((N1, N1))
14
15     # - matrix sum,
16     # diag - creates matrix where vector is placed in given diagonal position
17     # ones - creates matrix filled with 1
18     B2 = B2 + np.diag(np.ones(N, dtype=int), 1)
19     + np.diag(np.ones(N, dtype=int), -1)
20     - 2 * np.diag(np.ones(N1, dtype=int))
21
22     A = B2 * k / h**2
23
24     # Heat force calculation for each x coordinate
25     Fe = f0 * np.exp(-(x / 0.3)**2) * 10 # eksponential heat distribution
26     Fv = f0 * np.ones(N1) # even heat distribution
27
28     #Temperature distribution value for evenly distributed heat source
29     u = [((expm(A * ti) - np.eye(N1, N1)) * np.linalg.inv(A)) @ Fv for ti in t]
30
31     #Display graph temperature distribution graph
32     plt.figure()
33
34     for ui in u:
35         plt.plot(x, ui, '-.', linewidth=1.5, markersize=5)
36
37     plt.grid()
38     plt.title('Temperature in an even distribution')
39     plt.xlabel('x')
40     plt.ylabel('U(x)')
41     plt.legend([f'atr{i+1}, t={ti}' for i, ti in enumerate(t)])
42
43     #Display evenly distributed heat source graph
```

Fig.5. Python solution source code

```

43     #Display evnly distributed heat source graph
44     plt.figure()
45     plt.plot(x, Fv, 'r--', linewidth=1.5)
46     plt.title(f'Heat source if f0={f0:.2f}, k={k:.2f}')
47     plt.xlabel('x')
48     plt.ylabel('U(x)')
49
50     #Temperature distribution value for exponentially distributed heat source
51     u = [((expm(A * ti) - np.eye(N1, N1)) * np.linalg.inv(A)) @ Fe.T for ti in t]
52
53     #Display temperature distribution graph
54     plt.figure()
55
56     for ui in u:
57         plt.plot(x, ui, '-.', linewidth=1.5, markersize=5)
58
59     plt.grid()
60     plt.title('Temperature in exponential distribution')
61     plt.legend([f'atr{i+1}, t={ti}' for i, ti in enumerate(t)])
62     plt.xlabel('x')
63     plt.ylabel('U(x)')
64
65     #Display exponentially distributed heat source graph
66     plt.figure()
67     plt.plot(x, Fe, 'r--', linewidth=1.5)
68     plt.title(f'Heat source if f0={f0:.2f}, k={k:.2f}')
69     plt.xlabel('x')
70     plt.ylabel('U(x)')
71     plt.show()
72     input()
73
74     SiltDif(50, 0.1, 1, [0.5, 1, 3, 10])
75

```

Fig.6. Python solution source code

Conclusions

1. The main MATLAB and Python operators for solving the initial boundary value problem of the heat conduction equation were learned.
2. The solution of the considered initial-boundary value problem, taken as a whole, was performed numerically, that is, by replacing the second-order partial derivatives of the variable x with finite differences. In contrast, the initial value problem, corresponding to the second variable - t (temperature), was solved using the analytical solution found for the initial value problem solution.
3. Both MATLAB and Python were used to construct valid solutions to a given problem.
4. MATLAB in itself provides a code editor, a built-in debugger with interactive controls, and provides many mathematical computational methods and data visualization methods already built in.
5. On the other hand Python, while more freely available, does not have as many mathematical calculation and data visualization functions built-in, because it is a programming language. Nevertheless, many packages containing necessary tools for mathematical computations and data visualization can be easily found.
6. In the didactic aspect, it should be concluded that the solution of the boundary problem of the second-order partial differential equation considered in the work expands the range of

knowledge about the issues of the theory of differential equations in general, and provides practical skills for solving specific tasks/problems, using one of the most powerful and complete computer-mathematical tools used in the teaching process and scientific research systems MATLAB and the high-level programming language Python.

Summary

The initial boundary value problem of the second-order partial differential equation for the heat transfer equation with variable heat source function is considered in its theoretical and practical realization (performance).

At first, a two-dimensional initial-boundary value problem of the second-order partial differential equation for the heat conduction equation was reduced to a one-dimensional initial value problem depending on one variable – time t .

The second problem under question was obtaining the analytical solution to the above-mentioned initial value problem.

Initially, the analytical solution of the one-dimensional problem was obtained, and then, based on the theoretical principles, by generalizing the obtained solution, the analytical solution was obtained in the form of vectors. Next, an initial boundary value problem was solved numerically using MATLAB and Python - obtained results in numerical form and graphically - in the form of drawings, depicting the temperature distribution depending on the considered interval point at different values of time t .

Bibliography

1. Kalis, H. *Skaitliskās metodes*. - Rīga, 2008. -185 lpp.
2. H. Kalis I. Kangro and A. Gedroics, “Numerical methods of solving some nonlinear heat transfer problems”, “Int. Journ. of Pure and Applied Mathematics”, vol. 57, No. 4, 2009, pp. 467-484.
3. Braun, M. *Differential Equations and Their Applications: An Introduction to Applied Mathematics*. -2nd Edition. - N.Y.: John Wiley and Sons, 1978. 518 p.
4. H. Kalis and A. Buikis, “Method of lines and finite difference schemes with the exact spectrum for solution the hyperbolic heat conduction equation,” *Mathematical Modelling and Analysis*”, vol. 16, No 2, 2011, pp. 220-232
5. Kalis, H., Kangro, I. (2010). *Datorprogrammas MATLAB lietošana matemātikas mācību procesā. Mācību līdzeklis*. Rēzekne: RA Izdevniecība, 2010, 264 lpp.
6. About MATLAB. [Viewed 23.04.2024] Available: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
7. About MATLAB GUI build tools [Viewed 23.04.2024] Available: <https://www.mathworks.com/discovery/matlab-gui.html>
8. Python guide [Viewed 23.04.2024] Available: <https://wiki.python.org/moin/BeginnersGuide>

BLOCKCHAIN USAGE IN PLANT HYBRIDIZATION BLOKĶĒŽU PIELIETOŠANA AUGU HIBRIDIZĀCIJĀ

Authors: **Nikita Jakimovs**, e-mail: nj22012@edu.rta.lv,

Jānis Pauls Sondors, e-mail: js22096@edu.rta.lv

Scientific supervisor:

Sergejs Kodors, Dr.sc.ing., e-mail: sergejs.kodors@rta.lv

Rēzekne Academy of Technologies, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *The project aims to leverage blockchain technology to address the challenges faced by gardeners and botanists in tracking and managing plant hybridization data. By employing a decentralized ledger system, the project enables users to securely record and verify the genetic makeup, metadata, and ownership of hybrid plants. Through the integration of smart contracts and MetaMask authentication, users can create and claim ownership of plants, ensuring transparency, integrity, and trust in the hybridization process.*

Keywords: *blockchain, smart contracts, plant modification, genetic modifications, regulatory compliance.*

Introduction

In the gardener community, plant hybridization is completed by various organizations and individual gardeners. However, historical data tracking of plant hybridization efforts calls out a significant challenge. An authors' idea is to apply leveraging blockchain technology to solve this challenge.

Leveraging blockchain technology offers a secure and transparent way to record and manage plant hybridization data. By implementing blockchain-based solution, gardeners can sign and authenticate plant hybridization data, ensuring the integrity and traceability of their hybridization efforts. The result product is a web application, which allows users to record hybridization effort data by filling registration form signed by blockchains. For signature authentication, we integrated MetaMask and Moralis Web3, while Ethereum serves as the underlying blockchain technology.

Ethereum is renowned for its decentralized architecture and smart contract capabilities. It presents a novel solution for tackling the complexities of plant modification tracking. By leveraging smart contracts (self-executing agreements encoded directly into code), Ethereum offers a unique approach to manage various aspects of plant science. From overseeing genetic modifications and breeding programs to ensuring regulatory compliance, smart contracts hold the promise of streamlining processes and enhancing transparency in plant modification endeavors.

This introduction provides a succinct overview of Ethereum's potential in the realm of plant science, emphasizing the transformative role of smart contracts in addressing the challenges faced by researchers and industry professionals in this field.

Study goal: to select the best-fitting blockchain framework for plant modification tracking and data storing.

Objectives:

- 1) select blockchain frameworks suitable for plant hybridization tracking;
- 2) test selected blockchain frameworks;
- 3) evaluate the obtained results.

Materials and methods

Ethereum is like the “superstar” of blockchain because it lets people create all sorts of cool things using smart contracts, which are like self-executing contracts without needing a middleman. It is used for making decentralized applications (dApps) and creating new digital tokens. But when lots of people use it at once, it can get slow and expensive.

Ripple is all about speeding up international money transfers and making them cheaper. It's like a super-fast highway for money to travel between different countries and currencies. But unlike some other blockchain systems, it's not completely run by everyone – there's a smaller group in charge. Some folks worry about this and the rules it has to follow.

Stellar is similar to Ripple in that it wants to make global money transfers easy and affordable for everyone. It is trying hard to create a network where anyone, from big banks to regular people, can send money across borders quickly and cheaply. But Stellar is still growing, and it has to compete with other similar systems while dealing with rules and regulations.

Hyperledger Fabric is like a fancy tool for big companies that want their own customized blockchain. It's flexible, meaning companies can tweak it to fit their needs, and it can handle smart contracts, which are like self-executing agreements. However, it's a bit more complicated to set up and use compared to other blockchains, and it's not as open to everyone.

In our system we plan to use Ethereum blockchain for plant hybridization data sign and authentication (Fig.1)

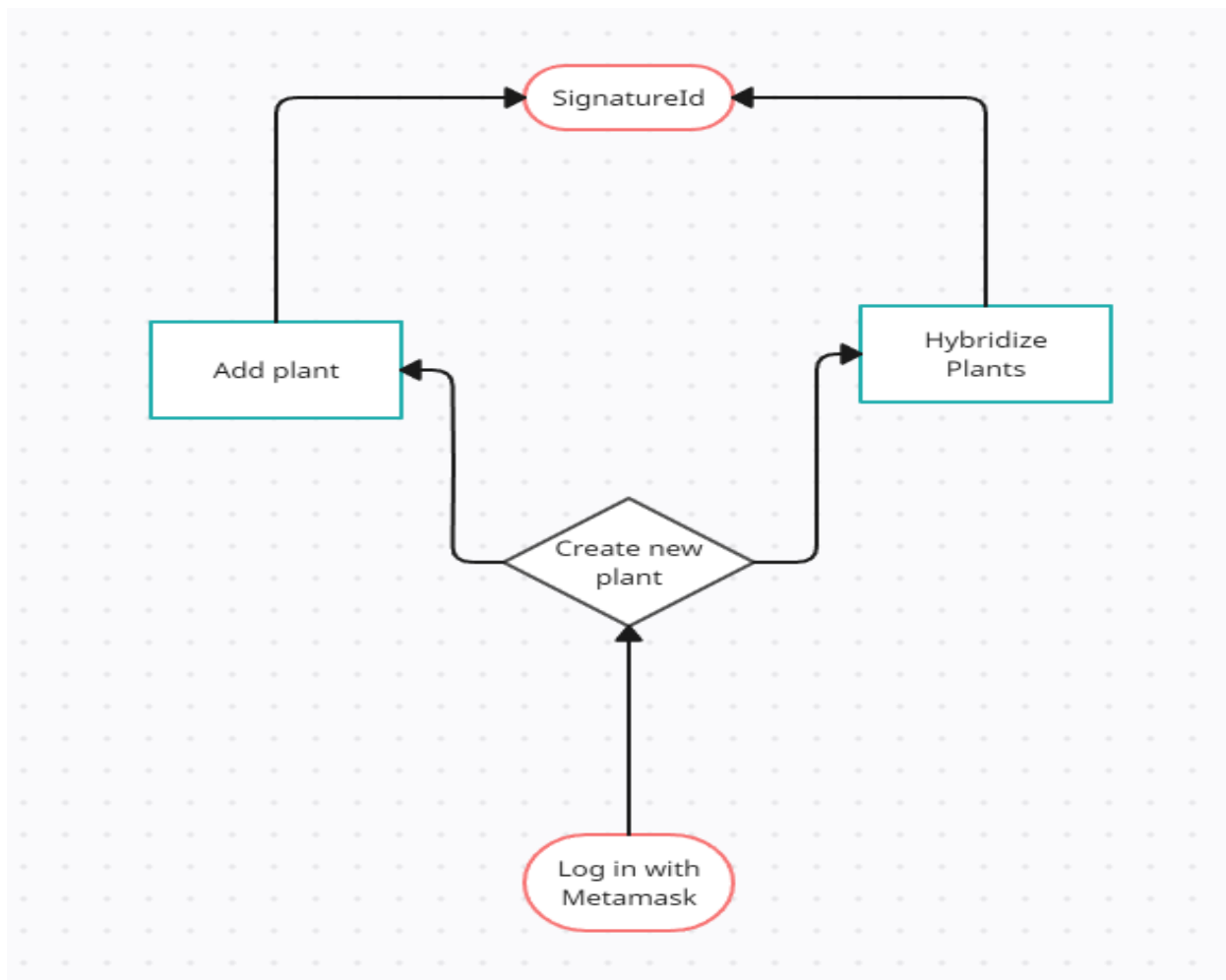


Fig.1. Concept of web application

Results and discussions

To select the best-fitting blockchain framework the following criteria were selected:

- 1) *Supports Python Django* – Python is one of the most popular and powerful languages. Meanwhile, Django is a popular development framework for web application in Python.
- 2) *Supports Signatures* – in our system, it will be used to identify who made a plant modification.
- 3) *Supports Smart Contract* – supports popular programming language “Solidity”.
- 4) *Public blockchain* – a transparent and decentralized governance structure. A public blockchain has the advantage of security on the market right now.
- 5) *Active developer community and ecosystem* – without previous experience with blockchain framework, it is impossible to do something without documentation and guidelines.

Table.1. Comparison of databases based on previously mentioned criteria

	Ethereum	Hyperledger Fabric	Ripple	Stellar
<i>Supports Python Django</i>	X			
<i>Supports Signatures</i>	X	X	X	X
<i>Supports Smart Contracts</i>	X	X	X	X
<i>Public blockchain</i>	X			X
<i>Active developer community and ecosystem.</i>	X			
Total	5	2	2	3

Our idea was to choose Ethereum mostly for its community and popularity. Building smart contracts was easier as guides on the internet, our contract idea was to store some personal data about our users, allowing them to sign the plant with identifier and move ownership to others.

Firstly, we log with MetaMask, Moralis Web3 Api is using as signature that allows users to connect. After user signed in, it will show necessary data for user (*Fig.2*), *profileId* will be used in the future.

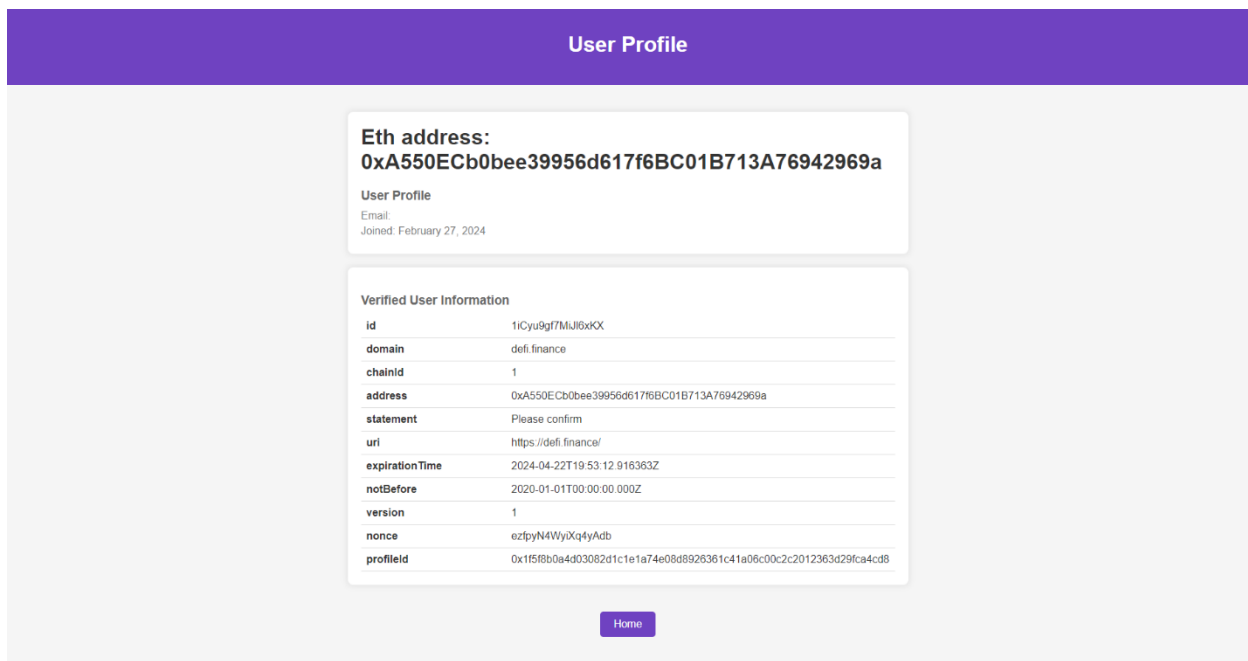


Fig.2. User interface, profile information

User will be able to choose between two parents, to create hybrid (Fig.3):

Fig.3. User interface, parent selection stage

Information is displayed in JSON data (Fig.4), by filling new form to create hybrid. Hybrid will be signed with *profileId* that was given on sign page. This data will be stored on blockchain, so users see who owns ownership about "New Plant".

Fig.4. User interface, JSON data about plants used for hybridization

For ownership being used Ethereum framework, smart contract with solidity programming language (Fig.5), users will be able to post and retrieve data from blockchain, also move ownership to other hand.

```
// SPDX-License-Identifier: MIT
pragma solidity ^0.8.0;

contract PlantOwnership {
    struct Plant {
        uint256 id;
        address owner;
        string identifier;
    }

    mapping(uint256 => Plant) public plants;
    uint256 public nextPlantId;

    event PlantCreated(uint256 indexed id, address indexed owner, string identifier);
    event PlantOwnershipTransferred(uint256 indexed id, address indexed previousOwner, address indexed newOwner);

    function createPlant(string memory _identifier) public {
        uint256 plantId = nextPlantId;
        plants[plantId] = Plant(plantId, msg.sender, _identifier);
        nextPlantId++;
        emit PlantCreated(plantId, msg.sender, _identifier);
    }

    function transferOwnership(uint256 _plantId, address _newOwner) public {
        Plant storage plant = plants[_plantId];
        require(msg.sender == plant.owner, "Only the current owner can transfer ownership");
        plant.owner = _newOwner;
        emit PlantOwnershipTransferred(_plantId, msg.sender, _newOwner);
    }
}
```

Fig.5. Smart contract code showing ownership of plants

Conclusions

In the realm of plant hybridization, the challenges of tracking historical data and ensuring ownership integrity have long persisted within the gardeners' community. Traditional methods often fall short, leaving gaps in records and hindering progress in the field. However, the emergence of blockchain technology presents a promising solution to these issues.

By harnessing the immutable and decentralized nature of blockchain, gardeners can now securely record and manage plant breeding data. Through the implementation of smart contracts, each plant's genetic makeup, metadata, and ownership can be stored transparently and tamper-proof on the blockchain. Additionally, utilizing Metamask IDs for ownership verification adds an extra layer of security and authentication, ensuring that only authorized individuals can claim ownership of hybrid plants.

Acknowledgement

Students express their gratitude to Gunārs Lācis from LatHort, who consulted them about plant hybridization.

Bibliography

1. *Blockchain Frameworks*. (2024). Retrieved 03 27, 2024, from itexus: <https://itexus.com/glossary/blockchain-frameworks/>
2. Busby, J. (2024). *Is Ethereum Mainnet the same as ERC20?* Retrieved 03 27, 2024, from cryptocurry.quora: <https://cryptocurry.quora.com/Crypto-basics-matter-especially-right-now-with-ETH-s-coming-upgrade-https-www-quora-com-Is-Ethereum-Mainnet-the-sa>
3. Celeb Silver, S. W. (2023). *Ripple Definition*. Retrieved 03 28, 2024, from investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/r/ripple-cryptocurrency.asp>
4. *Evaluating Testing Frameworks for Ethereum*. (2024). Retrieved 03 27, 2024, from ackee:

- https://ackee.xyz/Wake_testing_framework_Whitepaper_draft_1.pdf
5. Gupta, C. (2019). *All About Ripple - in a nutshell*. Retrieved 03 28, 2024, from Medium: <https://medium.com/@chinka12g/all-about-ripple-in-a-nutshell-841ac61ed379>
 6. Innocent, O. (2024). *Stellar Architecture: How It Works*. Retrieved 03 28, 2024, from Medium: <https://medium.com/xord/stellar-architecture-how-it-works-df9fd9470c75>
 7. *Ledger*. (2024). Retrieved 03 27, 2024, from hyperledger-fabric.readthedocs: <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/ledger/ledger.html>
 8. *Public vs. Private Blockchains: Which Is Better?* (2024, 03 27). Retrieved from Dock: <https://www.dock.io/post/public-vs-private-blockchains>
 9. Risius, M. (2017). *A Blockchain Research Framework: What We (don't) Know, Where We Go from Here, and How We Will Get There*. Retrieved 03 30, 2024, from researchgate: https://www.researchgate.net/publication/321539709_A_Blockchain_Research_Framework_What_We_dont_Know_Where_We_Go_from_Here_and_How_We_Will_Get_There
 10. Tam, K. (2019). *Understanding Blockchain Frameworks: Ethereum and Hyperledger Fabric*. Retrieved 03 30, 2024, from Medium: <https://kctheservant.medium.com/understanding-blockchain-frameworks-ethereum-and-hyperledger-fabric-48a57082903e>
 11. *WHAT IS STELLAR BLOCKCHAIN? A COMPLETE GUIDE FOR BEGINNERS*. (2024, 03 28). Retrieved from leewayhertz: <https://www.leewayhertz.com/what-is-stellar-blockchain/>

SIMBOLISKĀ MI UN KONNEKCIONISTISKĀS MI PIEEJU ANALĪZE

ANALYSIS OF SYMBOLIC AI AND CONNECTIONIST AI APPROACHES

Author: **Rihards Jastržemskis**, e-mail: rj20015@edu.rta.lv
Scientific supervisor: **Dr.sc.ing., asoc.prof. Pēteris Grabusts**, e-mail:
peteris.grabusts@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *This research project aims to conduct a comparative analysis of two prominent paradigms within artificial intelligence: Symbolic AI (also known as classical AI or GOFAI - Good Old-Fashioned AI) and Connectionist AI (also known as neural network-based AI). Both approaches have played significant roles in the development of AI systems, but they differ in their underlying principles, methodologies, and applications. By comparing and contrasting these two approaches, this study seeks to provide insights into their strengths, weaknesses, and suitability for different types of AI tasks.*

Keywords: *Artificial Intelligence, AI, Algorithms, Principles, Methodologies.*

Ievads

Mākslīgais intelekts ir kļuvis par būtisku un aktuālu jomu datorzinātnē, piedāvājot dažādas pieejas, kā modelēt un simulēt inteligentu uzvedību. Šajā pētījumā mēs apskatīsim divas nozīmīgas pieejas mākslīgā intelekta jomā: simbolisko mākslīgo intelekta un konnekcjonistisko mākslīga intelekta algoritmu. Darba **mērķis** ir izprast, kuras pieejas ir piemērotākas noteiktām problēmām un kādas ir tās ietekmes uz mākslīgā intelekta attīstību kopumā.

1. Simboliskā mākslīga intelekta algoritms

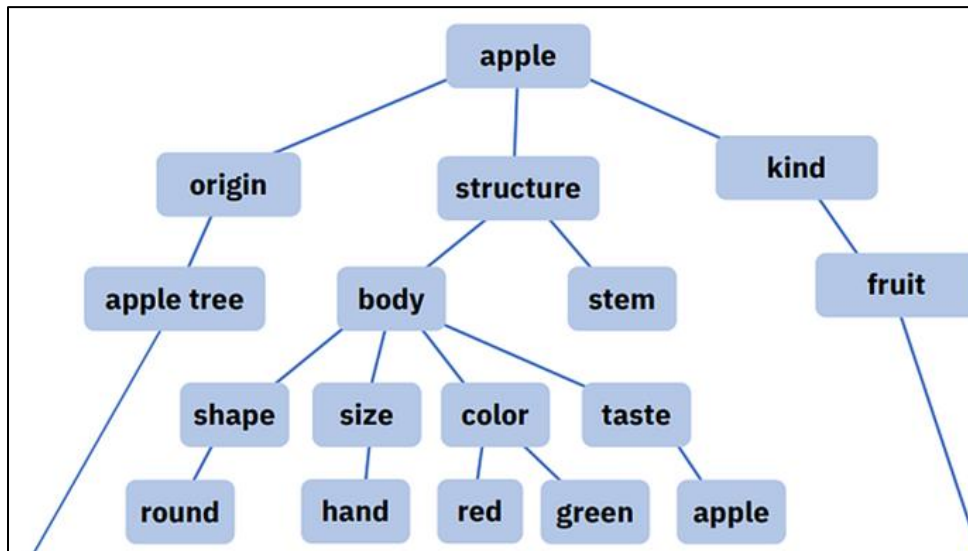
Simboliskais mākslīgā intelekta algoritms [1] ir balstīts uz simboliem un saistību loģikas izmantošanu, lai risinātu problēmas un veidotu inteligentas sistēmas. Šajā pieejā algoritmi strādā ar simboliem un to manipulāciju, lai analizētu, saprastu un pieņemtu lēmumus par doto problēmu.

Viena no būtiskākajām simboliskā mākslīgā intelekta algoritmām ir "internalizācija" (angļu val. "internalization"). Šī pieeja ietver zināšanu pārveidošanu no ārējiem avotiem, piemēram, teksta formā, par iekšējiem modeļiem, kas var tikt izmantoti problēmu risināšanā. To panāk, interpretējot un uzglabājot zināšanas formāliem simboliem, ko dators var saprast un apstrādāt.

Svarīgs algoritms simboliskajā mākslīgajā intelektā ir "loģiskā domāšana" (angļu val. "logical reasoning"). Šī algoritma mērķis ir izmantot loģiskus noteikumus un diferenciālu procesus, lai izvestu jaunas zināšanas vai secinājumus no esošajām zināšanām un faktiem. Tas ļauj datoram veikt loģiskas secības un izvērsties no vienas zināšanas līdz citai, pielietojot loģiskus argumentus un likumus.

Papildus tam, simboliskais mākslīgais intelekts izmanto arī "ekspertu sistēmas" (angļu val. "expert systems"). Šīs sistēmas sastāv no simboliskās zināšanās un loģikas, kas paredzētas konkrētas jomas ekspertizēšanai. Šīs sistēmas var veikt sarežģītus lēmumu procesus, izmantojot simboliskās zināšanas un loģiskās procedūras, lai izvērtētu situācijas un pieņemtu lēmumus līdzīgi cilvēka ekspertiem.

Kopumā simboliskās mākslīgās inteligences algoritms (skat.1.attēls) sniedz efektīvu veidu, kā attīstīt sistēmas, kas spēj saprast un risināt problēmas, izmantojot simbolus un loģiskus procesus.



1.attēls. Simboliskās mākslīgās inteliģences algoritma piemērs

2. Konnekcionistiskā mākslīga intelekta algoritms

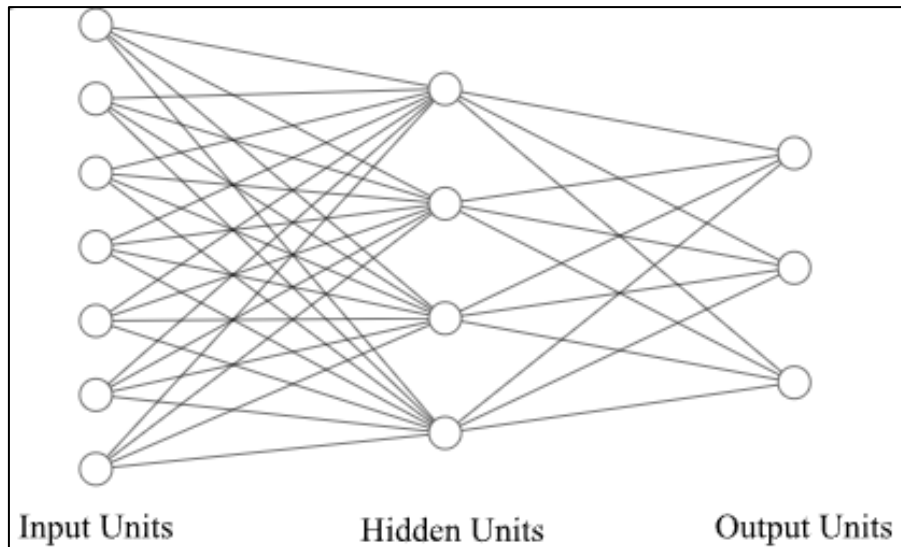
Konnekcionistiskais mākslīgais intelekts [2] ir pieeja, kas simulē cilvēka smadzeņu struktūru un darbību, izmantojot neironu tīklus. Šajā pieejā algoritmi strādā ar neironu tīkliem, kas sastāv no savstarpēji saistītiem neironiem, kuri veido sarežģītu tīklu, kas spēj apstrādāt informāciju paralēli un hierarhiski.

Viena no būtiskākajām konnekcionistiskā mākslīgā intelekta algoritmam ir "mācīšanās ar atgriezenisko izplatīšanos" (angļu val. "backpropagation learning"). Šī algoritma pamatā ir spēja sistēmai "mācīties" no ievades datiem, kļūdām un vēlamajiem rezultātiem, pielāgojot neironu tīkla svarus un sliekšņus, lai samazinātu kļūdu starp prognozētajiem un faktiskajiem rezultātiem.

Vēl viens svarīgs algoritms konnekcionistiskajā mākslīgajā intelektā ir "konvolucionālie neironu tīkli" (angļu val. "convolutional neural networks" vai CNNs). Šie tīkli ir īpaši piemēroti attēlu un citu vizuālo datu apstrādei, jo tie ir spējīgi identificēt un izcelt attēla raksturīgās pazīmes, piemēram, malas, formas un tekstūras.

Turklāt, konnekcionistiskais mākslīgais intelekts izmanto arī "atkārtojošo neironu tīklu" (angļu val. "recurrent neural networks" vai RNNs). Šie tīkli ir paredzēti laika secīgu datu apstrādei un ir spējīgi ņemt vērā iepriekšējos datu punktus, lai prognozētu nākotnes vērtības vai veiktu secīgus lēmumus.

Kopumā konnekcionistiskās mākslīgās inteliģences algoritms sniedz efektīvu veidu, kā modelēt un simulēt sarežģītu datu struktūru un attiecības, izmantojot neironu tīklus (skat.2.attēls).



2.attēls. Konnekcjonistiskās mākslīgās intelekta algoritma piemērs

3. Simboliskā un konnekcjonistiskā mākslīga intelekta pielietojamība

Simboliskā un konnekcjonistiskā mākslīgā intelekta pieejas ir divas nozīmīgas metodoloģijas, kas izmantojas, lai modelētu un simulētu inteligentu uzvedību datoros. Šeit ir salīdzinājums starp šīm divām pieejām [3][4][5]:

1. Pamatprincips:

- Simboliskā mākslīgais intelekts: Balstās uz simbolu un loģikas izmantošanu, lai risinātu problēmas un veidotu inteligentas sistēmas. Algoritmi strādā ar simboliem un to manipulāciju, lai analizētu, saprastu un pieņemtu lēmumus.
- Konnekcjonistiskā mākslīgais intelekts: Atdarina cilvēka smadzeņu struktūru un darbību, izmantojot neironu tīklus. Algoritmi apstrādā informāciju paralēli un hierarhiski, izmantojot savstarpēji saistītus neironus.

2. Datormodelis:

- Simboliskā mākslīgais intelekts: Lielākoties izmanto simbolu manipulācijas sistēmas un loģikas bāzes modelēšanai, kur zināšanas tiek pārstāvētas simbolu virknēs un noteikumiem.
- Konnekcjonistiskā mākslīgais intelekts: Lieto neironu tīklus, kas sastāv no savstarpēji saistītiem neironiem, lai apstrādātu informāciju paralēli un hierarhiski.

3. Mācīšanās:

- Simboliskā mākslīgais intelekts: Mācīšanās var būt grūti realizējama, jo bieži tiek izmantoti iepriekš definēti noteikumi un algoritmi, nevis mācīšanās no datiem.
- Konnekcjonistiskā mākslīgais intelekts: Mācīšanās ir bieži vien balstīta uz datiem, izmantojot algoritmus, piemēram, atpakaļizplatīšanās mācīšanos un neironu tīklu trenēšanu.

4. Piemērojamība:

- Simboliskā mākslīgais intelekts: Labi piemērota problēmām, kurās ir skaidri definēti noteikumi un loģika, piemēram, programmēšanas valodās un ekspertu sistēmās.
- Konnekcjonistiskā mākslīgais intelekts: Labi piemērota problēmām, kurās ir nepieciešama datu apstrāde un modeļu veidošana no datiem, piemēram, attēlu atpazīšanā un dabiskās valodas apstrādē.

Gan simboliskā, gan konnekcionistiskā mākslīgais intelekts ir svarīgas un papildinošas, un to izvēle bieži vien ir atkarīga no konkrētās problēmas rakstura un risināšanas vajadzībām, kā arī ir iespēja apvienot šīs divas pieejas, kas varētu dot iespēju izmantot gan simbolisko, gan konnekcionistisko mākslīgo intelektu vienā sistēmā. Piemēram, varētu izveidot sistēmu, kurā simboliskā mākslīgais intelekts tiek izmantota problēmu definēšanai un loģikas noteikumu izstrādei, bet konnekcionistiskā mākslīgais intelekts tiek izmantota, lai mācītos no datiem un pielāgotos reālajiem apstākļiem. Šāda kombinācija varētu nodrošināt plašāku pielietojumu un efektīvāku risinājumu dažādām problēmām.

Secinājums

Simboliskā un konnekcionistiskā mākslīgās intelekta pieejas piedāvā dažādas priekšrocības un pielietojuma jomas. Simboliskā pieeja ir noderīga strukturētu un definētu problēmu risināšanā, kamēr konnekcionistiskā pieeja labāk piemērota datu apstrādei un nešķietami strukturētu problēmu risināšanai. Iespēja apvienot šīs pieejas var nodrošināt plašāku pielietojumu un efektīvākus risinājumus. Galvenais ir izvēlēties piemērotāko pieeju atkarībā no konkrētās problēmas rakstura un mērķa.

Summary

The symbolic and connectionist approaches to artificial intelligence offer various advantages and areas of application. Symbolic approach is useful for solving structured and well-defined problems, while the connectionist approach is better suited for data processing and solving seemingly unstructured problems. The possibility of combining these approaches can provide broader applications and more effective solutions. The key is to choose the most suitable approach depending on the nature and goal of the specific problem.

Literatūras avoti

1. Neuro-Symbolic AI. Images used in my articles are... | by Surya Maddula | Medium
2. Connectionism (Stanford Encyclopedia of Philosophy)
3. AI for Beginners - The Difference Between Symbolic & Connectionist AI (re-work.co)
4. Symbolic vs Connectionist A.I.. As Connectionist techniques such as... | by Josef Bajada | Towards Data Science
5. Symbols versus connections: 50 years of artificial intelligence - ScienceDirect

LIELO VALODU MODEĻU POTENCIĀLS TŪRISMĀ POTENTIAL OF LARGE LANGUAGE MODELS IN TOURISM

Author: **Guna Kaņepe**, e-mail: gk11056@edu.rta.lv

Scientific supervisor: **Imants Zarembo, Dr.sc.ing.**, e-mail: imants.zarembo@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *In today's interaction of data and technology, innovative solutions are the way to achieve sustainability in society, economy, and environment. Innovative solutions are new approaches to change existing business processes to achieve more effective results. They can be technical, organizational, social, or economic solutions, which can help solve existing problems and provide new opportunities. Innovations can improve the quality of life, increase the competitiveness of companies, and contribute to sustainable development. This scientific article discusses the application of Large Language Models in tourism. The aim is to experimentally overview the potential of Large Language Model to generate marketing material in tourism.*

Keywords: *artificial intelligence, chatbots, Large Language Model, tourism.*

Ievads

Mūsdienu “digitālā vide” kļūst aizvien plašāks un dinamiskāks jēdziens, kas raksturo digitālās tehnoloģijas un to attīstību, ietekmējot mūsu ikdienas dzīvi un sabiedrību. Esošā vide ir piesātināta ar informāciju, kā arī ar iespējām un izaicinājumiem, turklāt tehnoloģiju izmantošana, kas atdarina cilvēka prasmes un spējas, ir kļuvusi par neatņemamu ikdienas sastāvdaļu.

Lielie valodu modeļi (turpmāk tekstā – LLM) ir pārņēmuši internetu. LLM ir viens no mākslīgā intelekta (turpmāk tekstā – MI) risinājumiem. LLM aizvien aktīvāk darbojas kā jaudīgs instruments, kas spēj apstrādāt dabīgo valodu vai tās transkripciju un sniegt saistītus pakalpojumus. LLM paver daudz iespēju, ļaujot izcili veikt konkrētus uzdevumus un palīdz ikvienam produktīvāk sazināties, strādāt un mācīties, sākot no klientu apkalpošanas un satura izveides, līdz izglītībai un pētniecībai, pielāgojot individualizētas prasības un risinājumus. [1]

Šī pētījuma **mērķis** ir izpildīt eksperimentu ar LLM risinājumu, lai tas novērtētu iespēju ģenerēt mārketinga materiālu tūrismā. Eksperiments tiek veikts, pielietojot Latgales tūrisma mājaslapas *Latgale Travel* materiālu (<https://latgale.travel>) un ChatGPT rīku.

MI pielietošana tūrismā

MI pašlaik ir sastopams gandrīz visās ceļojumu un tūrisma pakalpojumu jomās, kas parādās neatkarīgi no lietojumprogrammu veidiem, piemēram, ieteikumu sistēmas, virtuālie palīgi, viedo ceļojumu aģenti, prognozēšanas sistēmas, valodu tulkošanas lietojumprogrammas un balss atpazīšanas sistēmas. [2]

ChatGPT ir viens no MI risinājumiem, kas rada pārlicinošas frāzes un daudzveidīgas paplašinātas atbildes. Tas spēj atbildēt uz dažādiem jautājumiem, tāpēc ChatGPT var būt noderīgs rīks tērzēšanas programmatūrā, klientu atbalstā un zināšanu apguvei akadēmiskās aprindās. Līdz ar to ChatGPT pievērta lielu uzmanību no sabiedrības, ieskaitot studentus un zinātniekus, kā arī tūristus. [3]

MI ir vairāki pielietojumi tūrismā. No tūrista viedokļa, MI palīdz atrast labāku un atbilstošāku informāciju, nodrošinot plašāku piedāvājuma klāstu, uzlabojot lēmumu pieņemšanu un nodrošinot labāko tūrisma pieredzi, turklāt no uzņēmējdarbības viedokļa MI var izmantot gandrīz visos pārvaldības aspektos. [4]

MI balstīti risinājumi tūrismā varbūt atsevišķas lietojumprogrammas – tērzēšanas roboti, balss palīgi vai valodu tulkošanas, u.c. Var secināt, ka tūristi mijiedarbosies ar sistēmām, kas

integrēs MI risinājumus. Piemēram, viesis var mijiedarboties ar robotu, kas integrē sarunvalodas sistēmu. Dialogs ar tūristu var būt balstīts uz tērzēšanas robotu vai balss palīgu.

Lielie valodu modeļi

LLM ir mākslīgais intelekts, kas demonstrē ievērojamas iespējas/potenciālu dažādās jomās un uzdevumos. Tie ir spējīgi apstrādāt, ģenerēt, saprast un apkopot tekstu, tulkot valodas, rakstīt dažāda veida radošu saturu, informatīvi atbildēt uz jautājumiem un pat iesaistīties interaktīvās sarunās ar lietotājiem. [5]

LLM var iedalīt dabiskās valodas apstrādē (*Natural language processing – NLP*), kas ir starpdisciplināra valodniecības, datorzinātņu un MI apakšnozare, un ir saistīta ar datora un cilvēka valodas mijiedarbību, ar mērķi izprast, interpretēt un ģenerēt dabisko valodu. [6]

Apmācības laikā LLM tiek ievadīti dati (miljardiem vārdu), lai apgūtu modeļus un attiecības valodā. Valodas modeļa mērķis ir noskaidrot, cik reāla ir iespējamība, ka nākamais vārds būs balstīts uz vārdiem, kas ir bijis pirms tā. Modeļi izmanto varbūtības (parametrus), kas ir iegūtas apmācības laikā, lai ģenerētu atbildi. [7]

LLM tiek nepārtraukti uzlaboti, apmācot pēc iespējas vairāk datu un uzlabojot dziļās mācīšanās risinājumus. Šo procesu var iedalīt divās galvenajās fāzēs:

1. **LLM apmācība uz vispārīgas datu kopas:** pirmajā fāzē LLM tiek apmācīts uz milzīgiem tekstiem (uz datu kopas). Šī datu kopa var ietvert grāmatas, rakstus, tīmekļa lapas un citus tekstuālos resursus.
2. **Modeļa apmācība uz specializētas datu kopas:** otrajā fāzē LLM tiek precizēts, izmantojot mazāku datu kopu, ietverot datus, kas ir specifiski konkrētam uzdevumam, piemēram, tulkošana vai radošā satura rakstīšana. LLM izmanto šos datus, lai uzlabotu savu spēju veikt uzdevumu. [8]

Materiāli un metodes

Eksperimenta plāns ar ChatGPT:

1. **Noteikt eksperimenta mērķi:** noteikt skaidrus mērķus eksperimentam. Piemēram, mērķis ir apmācīt ChatGPT.
2. **Sagatavot vaicājumus ChatGPT:** jā sagatavo skaidrs formulējums, ko vēlamies iegūt no ChatGPT. Piemēram: *“Uzrakstiet, lūdzu, piecas ziņas latviešu valodā (ar emocijzīmēm un tēmturiem), kuras potenciāli var reklamēt Latgales tūrisma mājaslapu par tūrismu Latgalē tiešsaistes sociālajā tīklā Facebook.”*
3. **Ievadīt mājaslapas informāciju ChatGPT:**
 - 3.1. Konvertēt hiperteksta iezīmēšanas valodu (HTML) uz tekstu.
 - 3.2. Ievadīt attīrīto tekstu no HTML tagiem rīkā ChatGPT.
4. **Iegūt tekstu/ atbildi no ChatGPT:** ievadīt jautājumus vai uzdevumus, lai iegūtu atbildes tekstu no ChatGPT.
5. **Pārbaudīt un pielāgot tekstu:** pārbaudīt atbildes no ChatGPT, lai pārlicinātos, vai tas ir atbilstošs un saistošs. Pielāgot to, ja nepieciešams, lai nodrošinātu, ka teksts ir labi saprotams.
6. **Izstrādāt secinājumus:** novērtēt ChatGPT sniegto uzdevumu izpildi.

Lietošanas gadījums (use – case): Latgales tūrisma mājaslapa: <https://latgale.travel>

Vēlamā informācija: mārketinga informācija par Latgales tūrisma izvietojumu sociālajos tīklos.

Uzdevumi ChatGPT, lai novērtētu tā potenciālu tūrismā:

- Izveidot uzrunājošu jautājumu par tūrisma uzņēmumu.
- Sagatavot ziņas izvietojumam tiešsaistes sociālā tīklā *Facebook* par piedāvājumiem Latgales tūrisma mājaslapā.

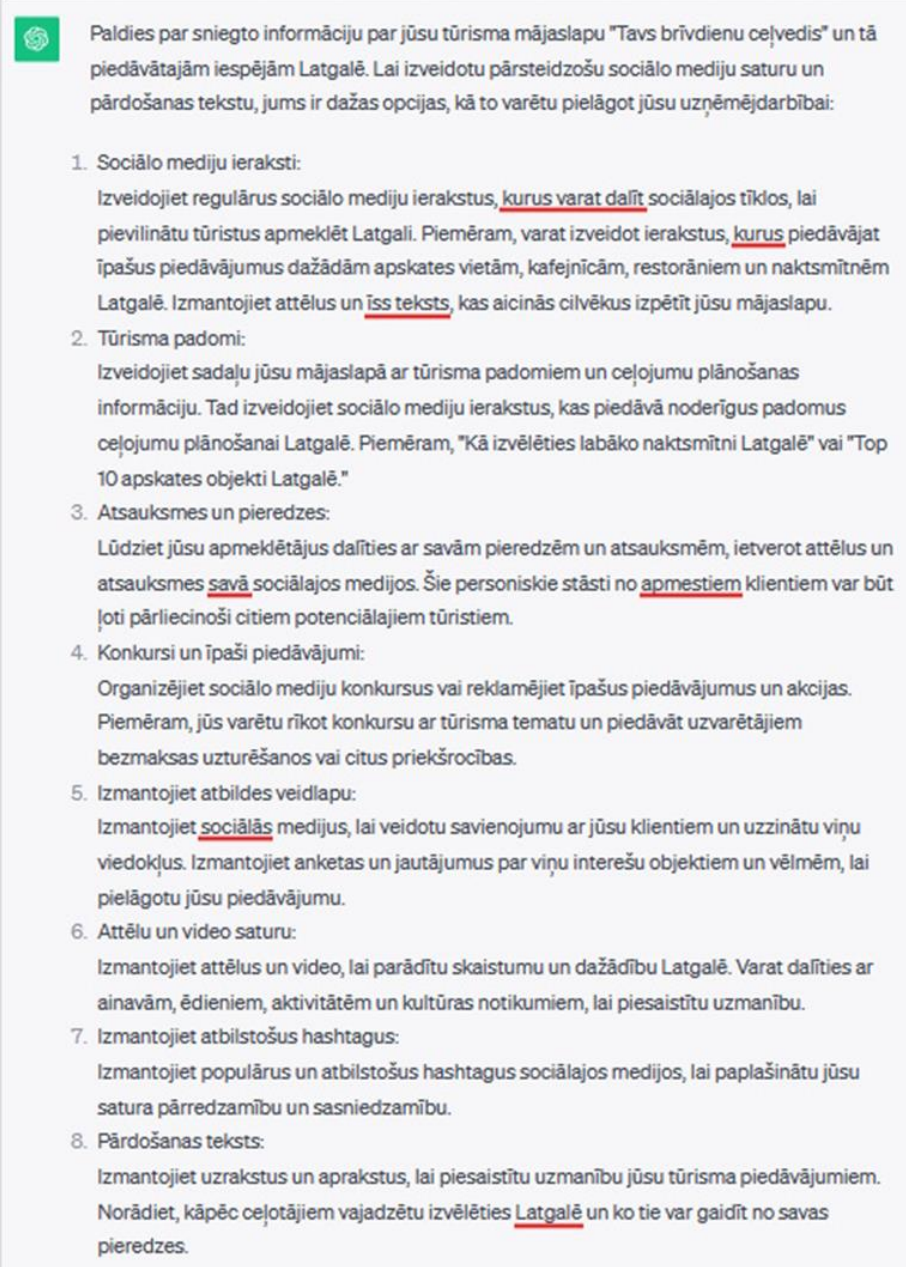
- Uzģenerēt tūrisma produktu piedāvājumu, balstoties uz informācijas, kas ir izvietota tīmekļa vietnē.

Rezultāti un diskusija

Aprakstītais eksperiments ir labs pirmais praktiskais solis, ko izmēģināja ar publiski pieejamu LLM risinājumu un bez papildus investīcijām.

Eksperimenta mērķis ir sasniegts:

- Izveidots uzrunājošs jautājums, lai vēlāk ievadītu Latgales tūrisma mājaslapas saturu: “*Vai varu pastāstīt par savu uzņēmējdarbību, lai Jūs iesūtīto informāciju izmantotu un izveidotu uzrunājošu sociālo mediju saturu?*” (skat. 1. attēlā; (turpmāk teksts gramatikas kļūdas un nelogiskie vārdu salikumi tiek pasvītroti ar sarkanu līniju)).



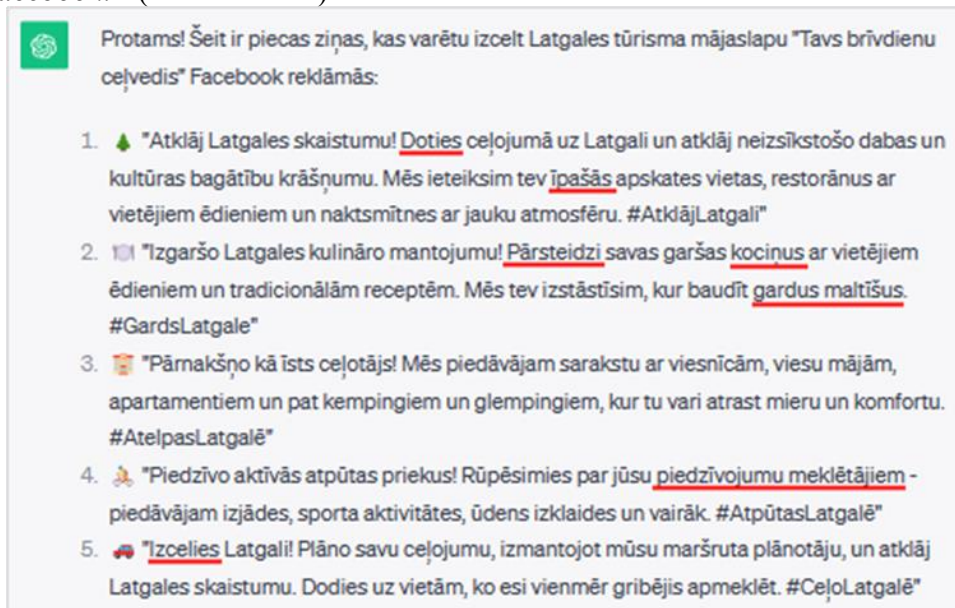
Paldies par sniegto informāciju par jūsu tūrisma mājaslapu "Tavs brīvdienu ceļvedis" un tā piedāvātajām iespējām Latgalē. Lai izveidotu pārsteidzošu sociālo mediju saturu un pārdošanas tekstu, jums ir dažas opcijas, kā to varētu pielāgot jūsu uzņēmējdarbībai:

- Sociālo mediju ieraksti:**
Izveidojiet regulārus sociālo mediju ierakstus, kurus varat dalīt sociālajos tīklos, lai pievilinātu tūristus apmeklēt Latgali. Piemēram, varat izveidot ierakstus, kurus piedāvājat īpašus piedāvājumus dažādām apskates vietām, kafejnīcām, restorāniem un naktsmītnēm Latgalē. Izmantojiet attēlus un īss teksts, kas aicinās cilvēkus izpētīt jūsu mājaslapu.
- Tūrisma padomi:**
Izveidojiet sadaļu jūsu mājaslapā ar tūrisma padomiem un ceļojumu plānošanas informāciju. Tad izveidojiet sociālo mediju ierakstus, kas piedāvā noderīgus padomus ceļojumu plānošanai Latgalē. Piemēram, "Kā izvēlēties labāko naktsmītņi Latgalē" vai "Top 10 apskates objekti Latgalē."
- Atsauksmes un pieredzes:**
Lūdziet jūsu apmeklētājus dalīties ar savām pieredzēm un atsauksmēm, ietverot attēlus un atsauksmes savā sociālajos medijos. Šie personiskie stāsti no apmestiem klientiem var būt ļoti pārliecinoši citiem potenciālajiem tūristiem.
- Konkursi un īpaši piedāvājumi:**
Organizējiet sociālo mediju konkursus vai reklamējiet īpašus piedāvājumus un akcijas. Piemēram, jūs varētu rīkot konkursu ar tūrisma tematu un piedāvāt uzvarētājiem bezmaksas uzturēšanos vai citus priekšrocības.
- Izmantojiet atbildes veidlapu:**
Izmantojiet sociālās medijus, lai veidotu savienojumu ar jūsu klientiem un uzzinātu viņu viedokļus. Izmantojiet anketas un jautājumus par viņu interešu objektiem un vēlmēm, lai pielāgotu jūsu piedāvājumu.
- Attēlu un video saturu:**
Izmantojiet attēlus un video, lai parādītu skaistumu un dažādību Latgalē. Varat dalīties ar ainavām, ēdieniem, aktivitātēm un kultūras notikumiem, lai piesaistītu uzmanību.
- Izmantojiet atbilstošus hashtagus:**
Izmantojiet populārus un atbilstošus hashtagus sociālajos medijos, lai paplašinātu jūsu satura pārredzamību un sasniedzamību.
- Pārdošanas teksts:**
Izmantojiet uzrakstus un aprakstus, lai piesaistītu uzmanību jūsu tūrisma piedāvājumiem. Norādiet, kāpēc ceļotājiem vajadzētu izvēlēties Latgalē un ko tie var gaidīt no savas pieredzes.

1. attēls. ChatGPT atbilde par izveidoto sociālo mediju saturu

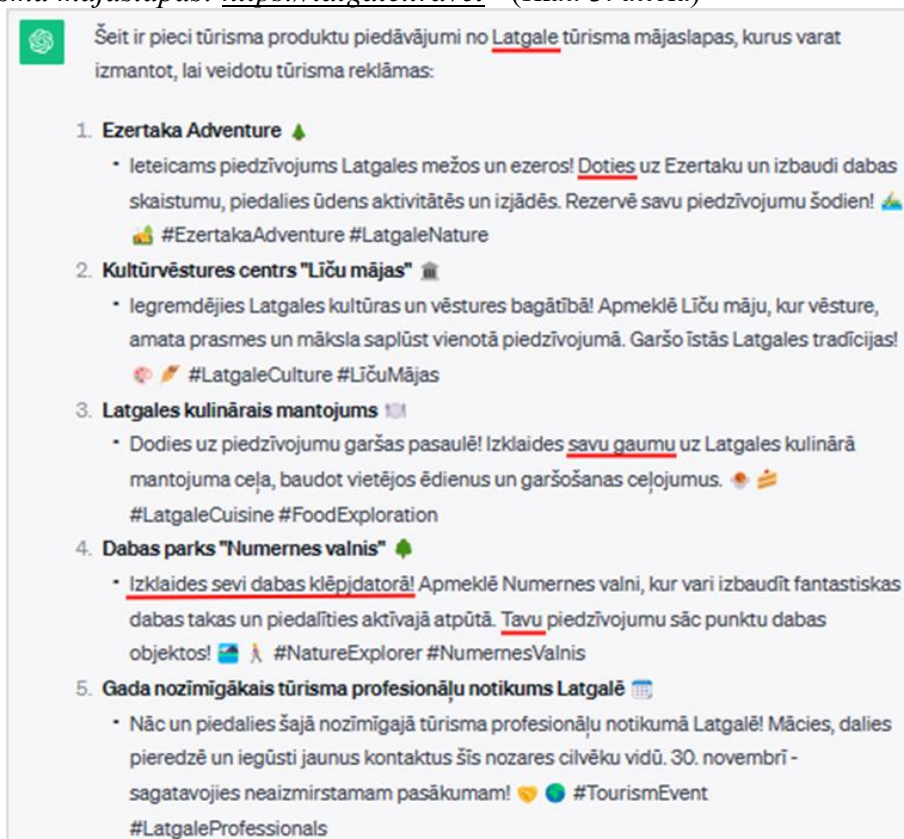
- Sagatavotas ziņas izvietošanai tiešsaistes sociālajam tīklam *Facebook* par piedāvājumiem Latgales tūrisma mājaslapā, izpildot uzdevumu Nr.2.: “*Uzrakstiet,*

lūdzu, piecas ziņas latviešu valodā (ar emocijzīmēm un tēmturiem), kuras potenciāli var reklamēt Latgales tūrisma mājaslapu par tūrismu Latgalē tiešsaistes sociālajā tīklā Facebook.” (skat. 2. attēlā)



2. attēls. ChatGPT sagatavotās ziņas par piedāvājumiem Latgales tūrisma mājaslapā

- Piedāvāti tūrisma produkti, balstoties uz informāciju, kas ir izvietoti tīmekļa vietnē, izpildot uzdevumu Nr.3.: *“Piedāvāriet, lūdzu, piecus tūrisma produktus no Latgales tūrisma mājaslapas: <https://latgale.travel>”* (skat. 3. attēlā)



3. attēls. ChatGPT piedāvājums par Latgales tūrisma produktiem

Neskatoties, ka ChatGPT nav aprīkots ar emociju interpretācijas prasmēm un nav spējīgs reāli izjust emocijas, tas pielieto atbilstošas emocijzīmes un tēmturus sagatavojot ziņojumus, jo ir apmācīts ar atbilstošiem tekstiem, kas ietver tūrisma nozares terminoloģiju – ziņas par ceļojumiem, ceļojumu plānošanas padomus un citus saistītos aspektus.

ChatGPT cenšas ģenerēt tekstu, kas ir saistošs un loģiski sakarīgs. Ņemot vērā ievadīto informāciju, tas nodrošina loģisku teksta plūsmu un saistību starp teikumiem, sniedzot saprotamas un saturiski atbilstošas atbildes vai norādījumus.

Atbilžu tonis jeb stils ir neitrāls, taču ChatGPT cenšas ievērot un atdarināt ievadītā teksta noskaņu.

Daži padomi, kā jautāt un uzdot uzdevumus:

- **Konkrēti jautājumi un uzdevumi.** Uzdodiet jautājumus un uzdevumus pēc iespējas tiešāk un konkrētāk. Attiecīgi – jo precīzāks jautājums, jo precīzāka būs atbilde.
- **Skaidrība.** Rakstiet skaidrus un gramatiski pareizus teikumus, izvairoties no liekiem vārdiem vai sarežģītas valodas. ChatGPT izcili uztver vienkāršus tekstus.
- **Konteksts.** Sniedziet visu nepieciešamo kontekstu. Ja uzdots jautājums vai uzdevums ir saistīts ar kādu īpašu tēmu vai situāciju, nodrošiniet pilnīgu – detalizētu informāciju.
- **Lietojiet atbilstošu valodu.** Ja uzdots jautājums attiecas uz konkrētu nozari vai jomu, lietojiet attiecīgo terminoloģiju, lai izvairītos no neskaidrībām un nepatiesi iegūtās informācijas.
- **Precīzu jautājumu formulējums.** Ja uzdots jautājums satur vairākas daļas, varat tos sadalīt atsevišķos jautājumos, lai iegūtu precīzākas atbildes uz katru no tiem.
- Izmantojiet apstākļa vārdus. Lai norādītu, kāda veida atbildi meklējat, izmantojiet apstākļa vārdus: "kā", "kāpēc", "kad", "kas", "kur", "cik" un citus jautājuma vārdus.
- **Pārjautāt.** Ja saņemat nepilnīgu vai neskaidru atbildi, varat precizēt savu jautājumu vai papildināt to ar papildus detalizētāku informāciju, lai iegūtu precīzāku atbildi. Attiecīgi – jautāt par ko jau pieminētu, pateiktu, bet neskaidru, arī līdz galam neizprastu.

Secinājumi

Lai iegūtu lietderīgākas atbildes, izmantojot ChatGPT, pēc esošā eksperimenta pieredzes tiek secināts, ka ir jāizmanto vienkārša un tieša valoda, un ir jāsniedz pietiekami daudz informācijas, turklāt saņemtās atbildes ir obligāti jāpārbauda.

Izmantojot ChatGPT, tūrisma nozare piedzīvo radikālas izmaiņas, nodrošinot lietotājiem pielāgotus un uzlabotus piedāvājumus, efektīvāku komunikāciju un inovatīvu pieredzi.

Potenciāli nākamie pētījuma soļi, kā varētu uzlabot sasniegto rezultātu, lai novērtētu LLM potenciālu tūrismā, ir veikt to apmācību tiešā veidā:

- **ChatGPT Developer [9] risinājuma izmantošana:** veikt precizējošas operācijas (*fine-tuning operations*) ar saviem datiem un uzlabot modeli, pielāgojot to konkrētai nozarei vai uzdevumam un apsvērt specifiskas apmācības datu ieviešanu, lai uzlabotu modeli jautājumu un atbilžu reģistrēšanā.
- **Embeddings [10] risinājumu pielietošana:** izmēģināt atvērtos risinājumus, kurus varētu ne tikai apmācīt ar saviem datiem, bet arī integrēt personīgos projektos. Šī ir tehnika mašīnmācīšanās jomā, kurā vārdi vai citi objekti tiek pārvērsti par skaitliskiem vektoriem jeb matricām, iegūstot tādējādi to semantisko reprezentāciju, kas tiek pielietota, lai aprakstītu vārdu attiecības un līdzību kontekstus.

Pateicības

This research is funded by the Latvian Council of Science, project “Digital twin to promote tourism competitiveness and complementarity development: Latgale region use case”, project No. lzp-2022/1-0350

Izmantotā literatūra

1. Rillig, M.C., Ågerstrand, M., Bi, M., Gould, K.A. and Sauerland, U. (2023). Risks and Benefits of Large Language Models for the Environment. *Environmental Science & Technology*, 57(9), pp.3464–3466. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c01106>.
2. Bulchand-Gidumal, J. (2020). Impact of Artificial Intelligence in Travel, Tourism, and Hospitality. *Handbook of e-Tourism*, pp.1–20. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-05324-6_110-1.
3. Gilson, A., Safranek, C.W., Huang, T., Socrates, V., Chi, L., Taylor, R.A. and Chartash, D. (2023). How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR Medical Education*, [online] 9(9), p.e45312. doi:<https://doi.org/10.2196/45312>.
4. Buhalis, D., Harwood, T., Bogicevic, V., Viglia, G., Beldona, S. and Hofacker, C. (2019). Technological disruptions in services: lessons from tourism and hospitality. *Journal of Service Management*, 30(4), pp.484–506. doi:<https://doi.org/10.1108/josm-12-2018-0398>.
5. Bubeck, S., Chandrasekaran, V., Eldan, R., Gehrke, J., Horvitz, E., Kamar, E., Lee, P., Lee, Y.T., Li, Y., Lundberg, S., Nori, H., Palangi, H., Ribeiro, M.T. and Zhang, Y. (2023). Sparks of Artificial General Intelligence: Early experiments with GPT-4. *arXiv:2303.12712 [cs]*. [online] Available at: <https://arxiv.org/abs/2303.12712>.
6. *thamesandhudson.com*. (n.d.). *Will AI Replace Us? (The Big Idea)*. [online] Available at: <https://thamesandhudson.com/will-ai-replace-us-9780500294574>.
7. *research.aimultiple.com*. (n.d.). *Large Language Model Examples in 2024*. [online] Available at: <https://research.aimultiple.com/large-language-models-examples/>.
8. Alberts, I.L., Mercolli, L., Pyka, T., Prenosil, G., Shi, K., Rominger, A. and Afshar-Oromieh, A. (2023). Large language models (LLM) and ChatGPT: what will the impact on nuclear medicine be? *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. doi:<https://doi.org/10.1007/s00259-023-06172-w>.
9. *platform.openai.com*. (n.d.). *OpenAI API*. [online] Available at: <https://platform.openai.com/playground>.
10. Mansurova, M. (2024). Text Embeddings: Comprehensive Guide. [online] Medium. Available at: <https://towardsdatascience.com/text-embeddings-comprehensive-guide-afd97fce8fb5>.

YOLOV5 APMĀCĪBA ĀBOLU ATPAZĪŠANAI DĀRZĀ TRAINING OF YOLOV5 FOR APPLE DETECTION IN ORCHARD

Autori: **Aleksejs Kardjalis**, e-pasts: ak21354@edu.rta.lv,
Inga Savicka, e-pasts: is22081@edu.rta.lv,
Kaspars Rubuļņiks, e-pasts: kr08007@edu.rta.lv
Zinātniskā darba vadītājs: **Sergejs Kodors, Dr.sc.ing.**, e-pasts: sergejs.kodors@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. Fruit cultivation is a significant part of the country economics and agriculture. In this paper, aiming to improve apple cultivation, we trained a neural network for apple detection using the YOLOv5 architecture, utilizing the dataset from the lzp-2021/1-0134 project. The dataset consisted of a set of apple tree photographs with apple fruits. Dataset contained 40 images with size 640x640 px. YOLOv5m model was trained five times. The best result model achieved mAP@0.5 equal to 0.9 and mAP@0.5:0.95 equal to 0.63. The artificial intelligence opens new possibilities for horticulture saving resources, which can be redirected on other tasks significantly increasing the efficiency of commercial orchards.

Keywords: artificial intelligence, fruits, object detection, precision horticulture, YOLOv5.

Ievads

Augļkopība ir būtiska ne tikai cilvēkiem, bet arī lopkopībā. Augļi tiek pielietoti gan cilvēka, gan mājdzīvnieku diētā. Augļkopība nes lielu vērtību ne tikai kā pārtikas avots, bet arī ekonomiskajā ziņā. Dažādi augļi tiek patērēti miljoniem cilvēku visā pasaulē, kas veicina tirgus un ekonomikas kopējo izaugsmi. Daļa ekonomikas ir balstīta uz pārtikas produktu pārdošanas, tostarp augļiem. Augļkopība un augļu pārdošana nodrošina cilvēkiem darbavietas, ienākumus un ieguldījumu pasaules ekonomikā.

Lieli komerciāli āboli dārzi vienmēr prognozē ābolu ražu, plānojot ābolu tirdzniecību. Ļoti svarīga ir precīza datu vākšana, novērtēšana un analīze. Ar moderno tehnoloģiju un mākslīgā intelekta (MI) palīdzību prognozēšanas procesus var vienkāršot. MI var apsekot lielu komerciālu augļu dārzu, saskaitīt tajā esošo koku skaitu, aprēķināt augļu skaitu konkrētā augļu dārza sektorā. Šādā veidā dārzkopji spēj optimizēt plānošanas un datu analīzes procesu un uzlabot resursu pielietojšanas efektivitāti. Ietaupītus resursus, piemēram, laiku, darbaspēku u.c., var izmantot citiem uzdevumiem, kas palielinās ābolu un citu augļu audzēšanas efektivitāti un rentabilitāti.

Neironu tīkli ir matemātiskie modeli, kas spēj imitēt cilvēka smadzeņu darbību, jo īpaši spēju mācīties uz piemēriem. MI ir vissvarīgākā tehnoloģija mūsdienu industrijā, kas spēj apstrādāt un izmantot datus dažādās dzīves nozarēs, tostarp dārzkopībā. Šajā rakstā ir aplūkota neironu tīklu apmācība ābolu skaitīšanai.

Pētījuma mērķis: apmācīt YOLOv5m modeli, kas spēj meklēt ābolus dārza fotogrāfijās.

Uzdevumi:

- 1) sagatavot datu kopu neironu tīkla apmācīšanai;
- 2) apmācīt neironu tīklu, pielietojot YOLOv5m modeli;
- 3) novērtēt apmācīta neironu tīkla precizitāti.

Materiāli un metodes

Lai apmācītu YOLOv5 neironu tīklu, tika izmantotas fotogrāfijas, kas tika savāktās lzp-2021/1-0134 projekta ietvaros. Datu kopu veido 40 640x640 pikseļu izmēra attēli, kuros attēloti koki ar āboliem. Sākumā visi attēli tika saglabāti vienā kopīgā mapē, un pēc tam, izmantojot Python skriptu, visi attēli tika nejauši sadalīti trīs dažādās mapēs. Pirmās divas mapes ir paredzētas neironu tīklu apmācībai - apmācības un validācijas kopas; un vēl viena mape ir paredzēta testēšanai. Zemāk ir parādīts piemērs ar diviem attēliem no datu kopas (sk. 1. attēlu).



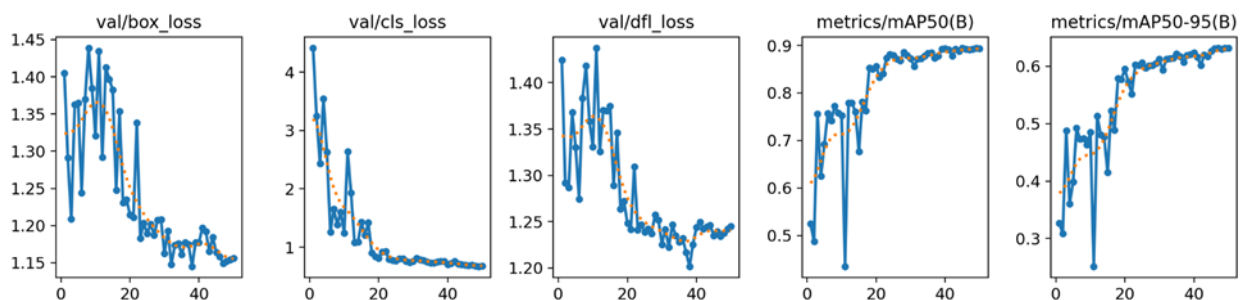
1. attēls. Attēlu piemēri no datu kopas

Datu kopa tika sadalīta trīs dažādās mapēs attiecībā 65%, 25% un 10%, atbilstoši – apmācībai, validācijai un testēšanai. Tas bija nepieciešams, lai pareizi apmācītu modeli un pārbaudītu tā atpazīšanas precizitāti. Pielietotas tehnoloģijas: dators ar NVIDIA videokarti, kas atbalsta CUDA tehnoloģiju [1], YOLOv5 satvars [2], Python un MakeSense [3].

Nākamais solis bija apmācīt neironu tīklu ar *YOLOv5m* modeli, izmantojot personīgo datoru un pielietojot *GPU (Graphics Processing Unit)* skaitļošanu. YOLOv5 neironu tīkla apmācība sastāvēja no vairākiem posmiem – YOLOv5 pakotnes tika instalētas, iekļaujot nepieciešamās atkarības, tika izvēlēts YOLOv5m modelis, YOLOv5m precizitāte tika novērtēta, tika veikta neironu tīkla apmācības progresa vizualizācija, testējot treniņus ar attēliem, rezultāti tika saglabāti secinājumu izstrādei. Lai iegūtu precīzākus treniņa rezultātus, visas šīs darbības tika veiktas 5 reizes, katru reizi mainot trenēšanas, validācijas un pārbaudes kopu attēlus.

Rezultāti un diskusija

Neironu tīklu apmācību veica piecas reizes, lai varētu vēlāk novērtēt tās efektivitāti un izvēlēties labāku rezultātu. Pēc katras apmācības mēs saņēmām grafikus ar atšķirīgiem rezultātiem. Lai turpmāk veiktu aprēķinus, mēs saglabājam testa grafikus, jo tie satur nepieciešamo informāciju, lai novērtētu cik labi tika pamācīts neironu tīkls. Zemāk ir parādīti labākie apmācību rezultāti (skat. 2. att.).



2. attēls. Apmācības rezultāti: labākais gadījums

2. attēlā ir pieci grafiki ar zaudējuma un precizitātes rezultātiem.

Zaudējuma funkcijas:

- **val/box_loss:** šī diagramma parāda modeļa veiktspēju, precīzi prognozējot robežlodziņu ap āboliem. Sākotnējā lielā mainīgums stabilizējās, kas liecina, ka, apmācībai progresējot, modelis kļūst labāks, lai attēlos lokalizētu ābolus.
- **val/cls_loss:** klasifikācijas zudumu grafiks parāda modeļa spēju pareizi klasificēt identificētos objektus. Ievērojams zaudējumu samazinājums norāda uz uzlabotu klasifikācijas precizitāti laika gaitā, norādot, ka modelis kļūst arvien prasmīgāks, lai atšķirtu ābolus no fona.
- **val/dfl_loss:** attēlojot modeļa nespēju pareizi noteikt objektus, validācijas noteikšanas

kļūmes zudums sākas augsts, taču ievērojami samazinās, ejot uz priekšu, atspoguļojot modeļa pieaugošās spējas atpazīt un noteikt ābolus dažādos apstākļos.

Precizitātes funkcijas:

- ***mAP@0.5***: vidējā precizitāte krustojumā virs Savienības (IoU) sliekšņa 0,5 saglabā augstas vērtības visā pasaulē, kas liecina, ka modelim ir spēcīga spēja pareizi noteikt ābolus, ja prognoze un pamatpatiesība pārklājas vismaz par vienu (50%).
- ***mAP@0.5:0.95***: šajā diagrammā ir sniegts precizitātes novērtējums IoU sliekšņu diapazonā no 0,5 līdz 0,95. Augšupošā tendence norāda uz modeļa palielināšanos spēju noteikt ābolus dažādos pārklāšanās līmeņos, un veikspējas līmenis samazinās, tuvojoties vēlākiem laikmetiem. Šis plato parāda, ka modelis ir sasniedzis konsekventu noteikšanas spēju dažādās precizitātes prasību pakāpēs.

Lai saprastu, cik labi modelis atpazīst objektus, un piefiksētu precizitāti, pētījumos izmantosim *mAP@0.5:0.95* maksimālās vērtības. Zemāk var redzēt tabulu ar *mAP@0.5:0.95* maksimālām vērtībām no visām 5 apmācībām (skat. 1. tab.).

1. tabula

***mAP@0.5:0.95* maksimālās vērtības pēc katras apmācības**

Nr.	1	2	3	4	5
<i>mAP@0.5:0.95</i>	0,57579	0,57835	0,59459	0,62373	0,63259

Pēc vērtību sakārtošanas var secināt, ka:

- Minimālā *mAP@0.5:0.95* vērtība – 0,57579;
- Maksimālā *mAP@0.5:0.95* vērtība – 0,63259.

Mediāna tiek aprēķināta pielietojot nepāra skaitļa formulu (1), iegūstot rezultātā vērtību –0,59459.

$$Me = X_{\left[\frac{n+1}{2}\right]}, \quad (1)$$

kur X – sakārtots vērtību saraksts; n – vērtību skaits datu kopā.

Lai atrastu vidējo vērtību, izmanto nepieciešamo formulu (2) un iegūst rezultātu – 0,60101.

$$V = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}, \quad (2)$$

kur x – vērtība no kopas X , n – vērtību skaits kopā X .

Lai pārbaudītu, cik labi strādā apmācītais neironu tīkls, tika pielietota vizuāla metode. Pielietojot apmācīto neironu tīklu, tika apstrādātas bildes. Pārskatot attēlus bija konstatēts, ka dažos attēlos neironu tīkls atzīmēja ābolus, kur droši nevar pateikt, ka tur ir ābols, kā arī ne ļoti precīzi uzzīmētas robežas. Piemēru ar šādiem attēliem var apskatīt zemāk (skat. 3. att.).



3. attēls. Ābolu atpazīšanas piemērs, pielietojot apmācīto neironu tīklu

Secinājumi

YOLOv5m neironu tīkls tika apmācīts meklēt ābolus augļu dārzu fotogrāfijās, izmantojot personālo datoru ar NVIDIA grafisko karti, kas atbalsta CUDA tehnoloģiju un izmantojot MakeSense tehnoloģiju. Eksperimentā tika izmantotas fotogrāfijas savāktas projektā Izp-2021/1-0134. Datu kopa saturēja 40 attēlus ar 640x640 pikseļu izmēru.

Šajā pētījumā katras apmācības sesijas beigās mēs iegūstam zaudējumu un precizitātes grafikus, bet mēs ņemam vērā un izmantojam maksimālo $mAP@0.5:0.95$ vērtību, lai atspoguļotu modeļa precizitāti. Galīgajā rezultātā mēs iegūvām 5 vērtības, kur minimālā vērtība ir 0,57579 un maksimālā vērtība ir 0,63259. Arī ar formulas aprēķinu palīdzību mēs uzzinājām, ka mediānas vērtība ir 0,59459, bet vidējā vērtība ir 0,60101. Pašās beigās, izmantojot iebūvēto YOLOv5 skriptu neironu tīkla testēšanai un testa attēlus, mēs veicām pēdējo testu, kurā neironu tīkls mēģināja atpazīt ābolus. Pēc testa rezultātu pārbaudes tika konstatēts, ka mākslīgais intelekts nespēja identificēt vai precīzi noteikt ābolu, ko daļēji aizsedza lapotne, vai arī ne vienmēr spēja identificēt pat acīmredzamu ābolu. Taču vairumā gadījumu neironu tīkls pareizi atpazīna un izcēla skaidras ābola robežas.

Šo modeli var uzlabot daudzos veidos. Ja ir lielāks apstrādājamo fotogrāfiju apjoms un mākslīgo intelektu var apmācīt atpazīt ābolus pat nestandarta situācijās. Šādi uzlabojumi prasīs vairāk resursu apmācībai, bet tad tas sevi attaisnos un resursu patēriņš samazināsies vairākas reizes.

Summary

Fruit production is a very important part of life, not only for humans but also for animals. Fruit is a source of sucrose, vitamins and many nutrients that are so necessary for humans. Fruit is of great value not only as a source of food but also in economic terms. Different fruits are consumed by millions of people around the world, contributing to the overall growth of the market and the economy. Part of the economy is based on the sale of food products, including fruit. Growing and selling fruit provides people with jobs, income and a contribution to the world economy. Large commercial orchards always forecast the yield of apples and other fruits, as detailed data collection, evaluation and analysis are essential when growing apples for sale.

Using neural networks to detect fruits on trees involves training the network with images

of trees and their fruits. Neural networks can be employed to identify fruit on trees by training them with images of trees and their corresponding fruits. Through computer vision techniques, the network can subsequently recognize and tally fruits by analyzing their characteristics such as shape, size, color, and texture. This paper explores the viability of utilizing the YOLOv5 neural network for apple detection in orchards.

The neural network YOLOv5 was trained on a dataset which is 40 pictures of apples on trees. In the images, we manually labeled all apples using the MakeSense image annotation tool. The training was performed on a computer with an NVIDIA graphics card supporting CUDA technology. This technique allowed the neural network to take the labeled apples in the photos as an example, thus training the artificial intelligence to recognize and label apples in videos and photos. Recognition was not successful in all cases, but average recognition accuracy was found. Using modern technologies such as YOLOv5 will advance the optimization of agricultural operations and bring great benefits in terms of saving resources, while efficiency and productivity will be increased.

In this study, at the end of each training session, we obtain visual loss and accuracy graphs, but we consider and utilize the maximum mAP@0.5:0.95 value to reflect the model's accuracy. In the final results, we obtained 5 values, where the minimum value is 0.57579 and the maximum value is 0.63259. Additionally, with the help of calculations, we found that the median value is 0.59459, but the average value is 0.60101. Ultimately, using the built-in YOLOv5 script for neural network testing and test images, we conducted the final test where the neural network attempted to identify apples on the apple tree. After verifying the test results, it was found that the artificial intelligence failed to identify or accurately determine apples partially obscured by foliage, or sometimes even failed to identify obvious apples. However, in most cases, the neural network correctly recognized and highlighted the clear boundaries of the apple.

This model can be improved in many ways. If there is a larger volume of processed photographs and artificial intelligence can be trained to recognize apples even in non-standard situations. Such improvements will require more resources for training, but then it will justify itself, and resource consumption will decrease several times.

Literatūras un avotu saraksts

1. NVIDIA. CUDA. <https://docs.nvidia.com/cuda/doc/index.html> , sk. 05.04.2024
2. Ultralytics. Train Custom Data with YoLoV5 <https://github.com/ultralytics/yolov5/wiki/Train-Custom-Data/b8cf12a92994b96f7454dc9a4f6b289f78fb9e64> , sk. 05.04.2024.
3. MakeSense. <https://www.makesense.ai>, sk. 05.04.2024.

SALĪDZINOŠS PĒTĪJUMS PAR INTERNETA PĀRLŪKU ĀTRUMU UN DROŠĪBU: GOOGLE CHROME, MOZILLA FIREFOX, MICROSOFT EDGE, BRAVE UN OPERA

A COMPARATIVE STUDY OF THE SPEED AND SECURITY OF INTERNET BROWSERS: GOOGLE CHROME, MOZILLA FIREFOX, MICROSOFT EDGE, BRAVE AND OPERA

Autors: **Dāvis Kozlovskis**, e-mail: dk22056@edu.rta.lv,
Rezekne Academy of Technologies
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *This study investigates the speed and security of five internet browsers: Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, Brave, and Opera. Evaluating startup time, search speed, webpage loading, and security features including VPN and AdBlocker, it identifies variations in data collection and privacy practices. Notably, Opera demonstrates the highest security with minimal third-party connections. However, concerns arise with Microsoft Edge's data aggregation practices. This research underscores the importance of considering both speed and security when selecting a browser, contributing to informed decision-making in internet usage.*

Keywords: *AdBlocker, data collection, data privacy, third-party connections, VPN.*

Ievads

Interneta pārlūki ir neizbēgama sastāvdaļa mūsu ikdienas digitālajā pieredzē. Tie ne tikai nodrošina piekļuvi plašajam tīmekļa saturam, bet arī ir būtisks aspekts drošības un privātuma nodrošināšanā tiešsaistes vidē, kā arī ātrums. Arvien pieaugošā konkurencē interneta pārlūku tirgū ir svarīgi saprast un salīdzināt to darbību, lai izvēlētos vispiemērotāko risinājumu savām vajadzībām.

Šis pētījums koncentrējas uz pieciem populāriem interneta pārlūkiem: Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, Brave un Opera. Mērķis ir ne tikai novērtēt to darbības ātrumu, bet arī izpētīt to drošības funkcijas un privātuma politiku.

Viena no galvenajām pārbaudēm ir interneta pārlūku ātruma salīdzinājums, izmantojot rīku, ko sauc par Speedometer 2.0. Šis rīks ļauj mērīt pārlūku veiktspēju, pamatojoties uz tā spēju izpildīt interaktīvu tīmekļa lietotni, atjauninot datus un atjaunojot interfeisu. Izmantojot Speedometer 2.0, veicu vairākas iterācijas, lai iegūtu uzticamus rezultātus par katru pārlūku.

Turklāt izmantoju tīkla uzraudzības rīku Wireshark, lai analizētu katru pārlūku un novērtētu to datu savākšanas prasmes. Mērķis bija saprast, kādi dati tiek nosūtīti no pārlūkiem uz ārējiem serveriem un vai ir kādas privātuma vai drošības riska pazīmes.

Nobeigumā veicu phishing pārbaudes, izmantojot Python kodu, lai pārbaudītu, kura pārlūka ir vislabākā aizsardzība pret ļaunprātīgiem tīmekļa vietņu uzbrukumiem. Mēs izmantojām <https://phishtank.org> [1] pieejamās URL adreses, lai identificētu un novērtētu bīstamu vietņu klātbūtni katrā pārlūkā.

Pētījuma rezultāti sniegs plašu skatu uz katru pārlūku, tā darbības ātrumu, drošības funkcijām un privātuma politiku. Šī informācija palīdzēs lietotājiem izvēlēties piemērotāko pārlūku saviem individuālajiem vajadzībām, ņemot vērā gan veiktspēju, gan drošību.

Materiāli un metodes

Bija vajadzīgs lejupielādēt nepieciešamos interneta pārlūkus:

- Google Chrome: Versija 99.0.4854.100 [2]
- Mozilla Firefox: Versija 98.0.1 [3]
- Microsoft Edge: Versija 99.0.1150.46 [4]

- Brave: Versija 1.41.112 [5]
- Opera: Versija 85.0.4340.80 [6]

Lai spētu salīdzināt katru pārlūku, vajadzēja atrast informāciju par to drošības specifikācijām un analizēt. Galvenokārt par svarīgākajiem drošības līdzekļiem izvēlējos jau iebūvētus tīmekļa pārlūkā drošības funkcijām:

- VPN: Vērtēts, vai pārlūki piedāvā iebūvētu VPN funkciju, kas nodrošina drošu interneta savienojumu.
- AdBlocker: Novērtēts, vai pārlūki piedāvā iebūvētu reklāmu bloķētāju, kas palīdz novērst traucējošu reklāmu saturu.
- Safe Browsing: Izpētīta pārlūku spēja brīdināt lietotājus par potenciāli kaitīgām tīmekļa vietnēm.
- Failu kriptēšana: Novērtēta pārlūku iespēja nodrošināt failu kriptēšanu, lai aizsargātu lietotāju datu drošību.
- Privātuma režīms: Pētīta funkcija, kas bloķē izsekošanas sīkdatnes un nodrošina lietotāju anonimitāti un privātumu.
- Anti-Phishing: Novērtēta aizsardzība pret pikšķerēšanas mēģinājumiem, brīdinot lietotājus par potenciāliem apdraudējumiem.

1. tabula

	Iebūvēts					
Tīmekļa pārlūks	VPN	AdBlocker	Safe Browsing	Failu Kriptēšana	Privātuma režīms	Anti-Phishing
Google Chrome	Nav	Nav	Google Safe Browsing	Nav	Ir	Ir
Mozilla Firefox	Nav	Ir	Google Safe Browsing	Nav	Ir	Ir
Opera	Ir	Ir	Phishtank	Nav	Ir	Ir
Brave	Ir	Ir	Google Safe Browsing	Nav	Ir	Ir
Microsoft Edge	Nav	Ir	Microsoft Defender SmartScreen	Nav	Ir	Ir ¹²

Izmantotās tehnoloģijas:

- WireShark- Tīkla uzraudzības rīks, izmantots, lai analizētu datu pārraides starp pārlūkiem un serveriem.
- Speedometer 2.0 [7]: rīks, kas tiek izmantots, lai mērītu interneta pārlūku veiktspēju.
- Visual Studio Code: ir bezmaksas un viegli pielāgojams koda redaktors.

Kā arī tika izmantota Python valoda, ar papildus bibliotēku Selenium, izmantota phishing pārbaudēm, lai automatizētu tīmekļa vietņu apmeklējumu un identificētu potenciāli ļaunprātīgas vietnes.

Rezultāti

Saturs Radītāja Analīze ar Wireshark, Izmantojot tīkla uzraudzības rīku Wireshark, tika analizēti dažādu tīmekļa pārlūku veiktie savienojumi, lai noskaidrotu to privātuma un datu savākšanas prasmes. Rezultāti ir šādi:

- Microsoft Edge: Veic savienojumus ar Scorecard Research un dažādām Microsoft un Bing domēniem, norādot datu savākšanu tirgus pētījumiem.

- Google Chrome: Veic savienojumus ar Google API un optimizācijas vadlīnijām, uzsvērot savas datu savākšanas un telemetrijas funkcijas.
- Firefox: Veic savienojumus ar Mozilla, Amazon un dažādām citām domēniem, norādot datu savākšanu personalizētu saturu ieteikumu nolūkos.
- Brave: Veic savienojumus ar dažādiem serveriem, tostarp go-updater.brave.com un brave-core-ext.s3.brave.com, kas norāda uz datu savākšanu un atjauninājumu iegūšanu.
- Opera: Veic savienojumus ar dažādiem serveriem, tostarp merchandise.opera-api2.com un easylis-downloads.adblockplus.org, kas varētu norādīt uz datu apmaiņu saistībā ar Opera produktiem un pakalpojumiem.

1055	192.168.8.230	DNS	Standard query response 0xa561 A business.bing.com CNAME business-bing-com.b-0005.b-msedge.net CNAME b-0005.b-mse..
1082	192.168.8.230	DNS	Standard query response 0x8f56 AAAA business.bing.com
1083	192.168.8.230	DNS	Standard query response 0x0b3f HTTPS business.bing.com
1141	192.168.8.1	DNS	Standard query 0xe2ee AAAA bzib.nelreports.net
1142	192.168.8.1	DNS	Standard query 0xd77b A bzib.nelreports.net
1143	192.168.8.1	DNS	Standard query 0xa482 HTTPS bzib.nelreports.net
1193	192.168.8.230	DNS	Standard query response 0xa482 HTTPS bzib.nelreports.net
1194	192.168.8.230	DNS	Standard query response 0xd77b A bzib.nelreports.net CNAME bzib.nelreports.net.akamaized.net CNAME a416.dscd.akam..
1195	192.168.8.230	DNS	Standard query response 0xe2ee AAAA bzib.nelreports.net CNAME bzib.nelreports.net.akamaized.net CNAME a416.dscd.a..

Attēls 1

Phishing Mājaslapu Pārbaude, izveidotais Python kods (phishing_check)

```
def check_url(url):
    global warnings_count
    global failed_urls

    try:
        browser = webdriver.Edge() # Chrome, Firefox, Opera, Brave
        browser.get(url)
```

Attēls 2

izmantojot phishtank.org mājaslapu, ievadīju apšaubāmos URL linkus,

```
malware_urls = [
    "https://caixadirectapt-cgd.com/",
    "https://www.csemizuho.fr/index.php/connexion",
    "https://csemizuho.fr",
    "https://ipway.rs/CHP/home.php",
    "https://auto-connexion.org/TW/"
    "https://ch-postservice.cfolks.pl/ch-pos/",
    "https://gvtnoticias.com/r?utm_source=clientify&utm_medium=email-market...",
    "https://0b2d6ff33b.nxcli.io/ramndie/?token",
    "https://9faf020c97.nxcli.io/newshippingsitekommensiealleholtihresahcne...",
    "https://rames.motionevo.com/rames-berita/cjMt92YuM3bu9Wau4Wan9Gb6MHc0...",
    "http://ongcoffice.com",
    "https://canhanvib-cskh.com/",
    "http://vib.tanghanmuc-vn.com",
```

Attēls 3

pārbaudīja visus 5 pārlūkus, lai noteiktu, kuram ir vislabāka bīstamu vietņu redzamība.

Rezultāti šādi:

```

PROBLEMS 8 OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS
PS C:\Users\ninya\OneDrive\Desktop\Python proj> python phishing_check.py
>>
Kopējais URL skaits: 100
Brīdinājumi par bīstamību: 95
Atklāšanas koeficients: 95%
Neizdevās pārbaudīt šos URL: http://shopeeofficial.com.ph https://cinemarkk.com/ http://cinemarkk.com/ https://cinesmarkhoys.com/ h
PS C:\Users\ninya\OneDrive\Desktop\Python proj>

```

Attēls 4

2. tabula

Tīmekļa pārlūks	URLs	Brīdinājumi	Atklāšanas koeficients (%)	Neizdevās atvērt URL
Google Chrome	100	76	76%	7
Mozilla Firefox	100	80	80%	4
Opera	100	95	95%	5
Brave	100	92	92%	4
Microsoft Edge	100	79	79%	4

Speedometer2.0 veikspējas salīdzinājums, lai novērtētu pārlūku veikspēju, tika izmantots Speedometer2.0. Rezultāti šādi (vidējais darbību skaits minūtē):

Table 1

Speedometer 2.0				
Tīmekļa pārlūks	Interācija 1-10	Vidējais rezultāts	Standartnovirze	Procentuālais novirziens
Google Chrome	140.9-157.7	145	3.7	2.60%
Mozilla Firefox	147.8-153.4	151.1	1.4	0.90%
Opera	135.0-156.9	147	4.3	2.90%
Brave	171.2-176.6	174.5	1.4	0.81%
Microsoft Edge	166.6-178.9	172	2.7	1.60%

Salīdzinot Speedometer2.0 rezultātus, var redzēt, ka visiem pārlūkiem ir līdzīga veikspēja, taču ir nelielas atšķirības. Pētījuma rezultāti liecina, ka vislabākais pārlūks Speedometer 2.0 testā ir Brave.

Secinājums

Pētījuma rezultāti liecina, ka vislabākais pārlūks gan drošības, gan veikspējas ziņā ir Brave. Tas ir apstiprināts ar:

- Datu drošība: Wireshark analīze parādīja, ka Brave ir minimāli savienojumi ar ārējiem serveriem, kas norāda uz lielāku privātumu, salīdzinot ar citiem pārlūkiem.
- Phishing aizsardzība: Python koda pārbaude rādīja, ka Brave brīdināja par bīstamām lapām visbiežāk (92%), liecinot par tā efektīvo anti-phishing funkciju.
- Veikspēja: Speedometer 2.0 testa rezultāti atklāja, ka Brave ir visaugstākais vidējais rezultāts (174.5 runs/min) un minimālākā veikspējas svārstība, kas to padara par labāko izvēli attiecībā uz pārlūka ātrumu un stabilitāti.

Pārrunātie faktori liecina, ka Brave un arī tālu neatpaliek Opera ir labākais pārlūks gan drošības, gan veikspējas ziņā. Tomēr ir jāņem vērā, ka šo secinājumu varēja ietekmēt dažādi faktori, piemēram, datora komponentes, interneta savienojuma ātrums un citi apstākļi.

Summary

Taking all these factors into account, it can be concluded that Brave emerges as the best browser in terms of both security and performance. However, it's important to acknowledge that several factors could have influenced these findings, such as computer components, internet connection speed, and other variables.

Bibliography

- [1] "Phishtank," [Online]. Available: <https://phishtank.org/>. [Accessed 19 Aprilis 2024].
- [2] "Google," [Online]. Available: <https://www.google.com/chrome/privacy-on-the-web/>. [Accessed 19 Aprilis 2024].
- [3] "Mozilla," [Online]. Available: <https://www.mozilla.org/en-US/firefox/new/>. [Accessed 19 Aprilis 2024].
- [4] "Microsoft," [Online]. Available: <https://www.microsoft.com/en-us/edge/features/security?form=MA13M0>. [Accessed 19 Aprilis 2024].
- [5] "Brave," [Online]. Available: <https://brave.com/learn/>. [Accessed 19 Aprilis 2024].
- [6] "Opera," [Online]. Available: <https://www.opera.com/secure-private-browser>. [Accessed 19 Aprilis 2024].
- [7] "Browserbench," [Online]. Available: <https://browserbench.org/Speedometer2.0/>. [Accessed 19 Aprilis 2024].

JSON FAILA KĀ DATU GLABĀŠANAS VEIDA PIELIETOŠANAS PRIEKŠROCĪBAS

THE ADVANTAGES OF USING A JSON FILE AS A DATA STORAGE METHOD

Authors: **Artis Laizāns**, e-mail: al20142@edu.rta.lv
Scientific supervisors: **Jurijs Musatovs**, e-mail: jurijs.musatovs@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *The aim of this work is to showcase advantages of utilizing JSON (JavaScript Object Notation) files as a data storage method which outperforms traditional MySQL database when there are hundreds and thousands of records of data resulting to shorter load times and less extra load to MySQL database.*

Keywords: *MySQL, JSON, speed, database, loading, load.*

Ievads

Bieži vien kad lietotājs apmeklē kādu mājaslapu, katru reizi tiek veikts pieprasījums uz datubāzi. Piemēram internet veikals, katru reizi kad lietotājs izvēlas kādu preci pievienot grozam, šī informācija tiek saglabāta datubāzē, tādējādi ja lietotājs aizver lapu vai atgriežas vēlreiz informācija tiek nolasīta no datubāzes un tiek ielādēta un attēlota lietotājam. Ja katru dienu mājaslapu apmeklē 1000 lietotāju un katru dienu vizmas 100 lietotāji pievieno kaut vienu preci grozam, tad ierakstu skaits datubāzē palielinās, un katru reizi kad ir nepieciešams atrast kādu konkrētu ierakstu, datu nolasīšanas laiks kļūst lēnāks.

Šī pētījuma **mērķis** ir noteikt datu nolasīšanas ātrumu no datubāzes un JSON faila, pēc tam analizēt un salīdzināt rezultātus pie 1,100,100,10000 ierakstu skaita gan JSON gan MySQL un aprēķināt vidējo laiku pie 10 testiem.

Tehnoloģijas

- *XAMPP* - programmatūras pakotne lai izveidotu un darbinātu web serveri lokāli;
- *PHP* - serverpusē izpildāma skriptu valoda, kas galvenokārt tiek izmantota web izstrādē;
- *MYSQL* - datubāzes pārvaldības sistēma, ko izmanto daudzi uzņēmumi un organizācijas visā pasaulē;
- *JSON* - viegli lasāms datu apmaiņas formāts. Tas ir populārs veids, kā pārsūtīt un saglabāt strukturētus datus;

Eksperimenta process

Vispirms bija nepieciešams izstrādāt testēšanas vidi ar kuras palīdzību varētu veikt dažādas darbības kā: veikt testu, ierakstu izveide, testa atiestatīšanā un iegūto datu attēlošana un aprēķināšana (1. attēls). Testa vide sastāv no 2 failiem, 1. fails ir lietotāja saskarne un *JavaScript* funkcijas un 2. fails ir *PHP* fails ar klasi priekš funkciju izpildes. Šāda arhitektūra ļauj gan attēlot gan pārvaldīt testa vidi bez nepieciešamības atkārtoti ielādēt lapu kad tiek izsaukta kāda no darbībām. Piemēram pēc "Generate New Records" pogas nospiešanas, izmantojot *AJAX*, informācija tiek nosūtīta uz *PHP* failu kas pēc tam izveido attiecīgo ierakstu skaitu un to atgriez atpakaļ lietotājam un "Total Records Generated" mainās uz tagadējo skaitu. Pēc pogas "Test" nospiešanas *PHP* atgriez laiku kas bija nepieciešams gadījuma ieraksta nolasīšanai no datubāzes un JSON un katrs laiks tiek saglabāts atsevišķā mainīgajā kas katru reizi saskaitās kopā un tiek dalīts ar "Total Records Tested" vērtību lai aprēķinātu vidējo laiku.

	MySQL	JSON
Time	0.00021409988403320312	0.00022292137145996094
Average Time	0.00021409988403320312	0.00022292137145996094
Data	{ "account": "1", "property": "1", "services": [{"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}] }	{ "account": 1, "property": "1", "services": [{"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}] }
Total Records Generated		1
Total Records Tested		1
Generate New Records:	<input type="text" value="1"/>	<input type="button" value="Generate New Records"/> <input type="button" value="Reset Test"/> <input type="button" value="Test"/>
Test Nr.	MySQL	JSON
1.	0.00021409988403320312	0.00022292137145996094

1. attēls. Testa vide

Testa ierakstu izveidošana

Lai iegūtu maksimāli precīzus datus, nolēmu izmantot identisku datu kopiju kas tiktu ievietota gan datubāzē gan saglabāta JSON failā, dinamiski mainās tikai viena vērtība kas ir ID, un JSON faila nosaukums ir dinamiskais ID un tā paplašinājums. Katru reizi, kad tiek funkija tiek izsaukta, visi iepriekšējie dati tiek izdzēsti.

```
public function generateData($count){
    $host = 'localhost';
    $username = 'root';
    $password = '';
    $database = 'test';

    $conn = mysqli_connect($host, $username, $password, $database);
    if (!$conn) {
        die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
    }

    $host = $_SERVER['DOCUMENT_ROOT'];
    array_map('unlink', glob($host.'/json/*'));

    $sql = "DELETE FROM test";
    mysqli_query($conn, $sql);

    for ($i=1;$i<=$count;$i++){
        $json = array();
        $json['account'] = $i;
        $json['property'] = '1';
        $json['services'] = array(
            array('id'=>'example','data'=>'test'),
            array('id'=>'example','data'=>'test'),
            array('id'=>'example','data'=>'test')
        );

        $sql = "INSERT INTO test (account, property, services)
VALUES (".$json['account'].", ".$json['property'].", '".json_encode($json['services'])."')";
        mysqli_query($conn, $sql);

        file_put_contents($host.'/json/'.$i.'.json', json_encode($json));
    }
    $this->records = $count;
    mysqli_close($conn);
}
```

2. attēls. Datu pievienošana.

Testa ierakstu nolasīšana un ātruma aprēķināšana

Pēc pogas “Test” nospiešanas tiek izpildīts sekojošais kods (3. attēls). Sākuma tiek izvēlēts gadījuma ieraksts kas tiks meklēts gan datubāzē gan kā JSON fails, pēc tam katra funkija atgriež meklējamo ierakstu (jau gatavā nolasāmā formātā) un laiku kas tika patērēts ieraksta atrašanai. Tālāk katra funkija tiek parādīta atsevišķi (attēls 4. un 5.)

```

$test = new test();
$response = new stdClass;

if (isset($_GET['action'])){
    if ($_GET['action'] == 'records'){
        $response->records = $test->records;
    }elseif ($_GET['action'] == 'test'){
        $record = $test->randomRecord();
        list($mysqlData, $mysqlTime) = $test->retrieveFromMySQL($record);
        list($jsonData, $jsonTime) = $test->retrieveFromJSON($record);

        $response->mysql_time = $mysqlTime;
        $response->json_time = $jsonTime;
        $response->mysql_data = $mysqlData;
        $response->json_data = $jsonData;
    }elseif ($_GET['action'] == 'generate'){
        if (isset($_GET['records'])){
            if (is_numeric($_GET['records'])){
                $test->generateData($_GET['records']);
                $response->records = $_GET['records'];
            }
        }
    }
}

$response = json_encode($response);
die($response);

```

3. attēls. Funkciju izpilde un datu atgriešana

```

public function retrieveFromMySQL($value) {
    $host = 'localhost';
    $username = 'root';
    $password = '';
    $database = 'test';

    $conn = mysqli_connect($host, $username, $password, $database);
    if (!$conn) {
        die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
    }

    $start_time = microtime(true);
    $query = "SELECT * FROM test WHERE account=$value";
    $result = mysqli_query($conn, $query);
    if (mysqli_num_rows($result) > 0) {
        $row = mysqli_fetch_assoc($result);
    }
    $end_time = microtime(true);
    mysqli_close($conn);

    $row['services'] = json_decode($row['services']);
    return [$row, $end_time - $start_time];
}

```

4. attēls. Datu nolasīšana no datubāzes

```

public function retrieveFromJSON($value) {
    $host = $_SERVER['DOCUMENT_ROOT'];

    $start_time = microtime(true);
    if (file_exists($host.'/json/'.$value.'.json')){
        $data = file_get_contents($host.'/json/'.$value.'.json');
    }
    $end_time = microtime(true);
    return [json_decode($data, true), $end_time - $start_time];
}

```

5. attēls. Datu nolasīšana no JSON faila

3. Testu veikšana un datu apkopošana

Sākuma tika veikts tests lai noteiktu vidējo maksimālo ātrumu kad datubāzē ir tikai 1 ieraksts, un 1 JSON fails (6. attēls). Pēc tam tikai veikti pārējie testi (7,8,9 attēls).

	MySQL	JSON
Time	0.00011897087097167969	0.00013494491577148438
Average Time	0.00018651485443115233	0.0001650571823120117
Data	{ "account": "1", "property": "1", "services": [{"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}]}	{ "account": "1", "property": "1", "services": [{"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}]}
Total Records Generated	1	
Total Records Tested	10	
Generate New Records:	<input type="text" value="1"/>	<input type="button" value="Generate New Records"/> <input type="button" value="Reset Test"/> <input type="button" value="Test"/>
Test Nr.	MySQL	JSON
10.	0.00011897087097167969	0.00013494491577148438
9.	0.00023484230041503906	0.00016188621520996094
8.	0.0002651214599609375	0.00017499923706054688
7.	0.0002319812774658203	0.0001628398895263672
6.	0.00017118453979492188	0.00016689300537109375
5.	0.00014400482177734375	0.00014591217041015625
4.	0.00013208389282226562	0.00013899803161621094
3.	0.0001678466796875	0.0001881122589111328
2.	0.00025010108947753906	0.00016808509826660156
1.	0.00014901161193847656	0.0002079010009765625

6. attēls. 1 ieraksts 10 testi

	MySQL	JSON
Time	0.0002567768096923828	0.00021910667419433594
Average Time	0.00026607513427734375	0.00022461414337158204
Data	{ "account": "20", "property": "1", "services": [{"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}]}	{ "account": "20", "property": "1", "services": [{"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}]}
Total Records Generated	100	
Total Records Tested	10	
Generate New Records:	<input type="text" value="100"/>	<input type="button" value="Generate New Records"/> <input type="button" value="Reset Test"/> <input type="button" value="Test"/>

Test Nr.	MySQL	JSON
10.	0.0002567768096923828	0.00021910667419433594
9.	0.00023603439331054688	0.0002281665802001953
8.	0.0003170967102050781	0.00024008750915527344
7.	0.00023603439331054688	0.0002231597900390625
6.	0.00023698806762695312	0.00020503997802734375
5.	0.0002608299255371094	0.0002281665802001953
4.	0.0003509521484375	0.0002510547637939453
3.	0.0002589225769042969	0.00021314620971679688
2.	0.00023412704467773438	0.0002181529998779297
1.	0.00027298927307128906	0.0002200603485107422

7. attēls. 100 ieraksti 10 testi

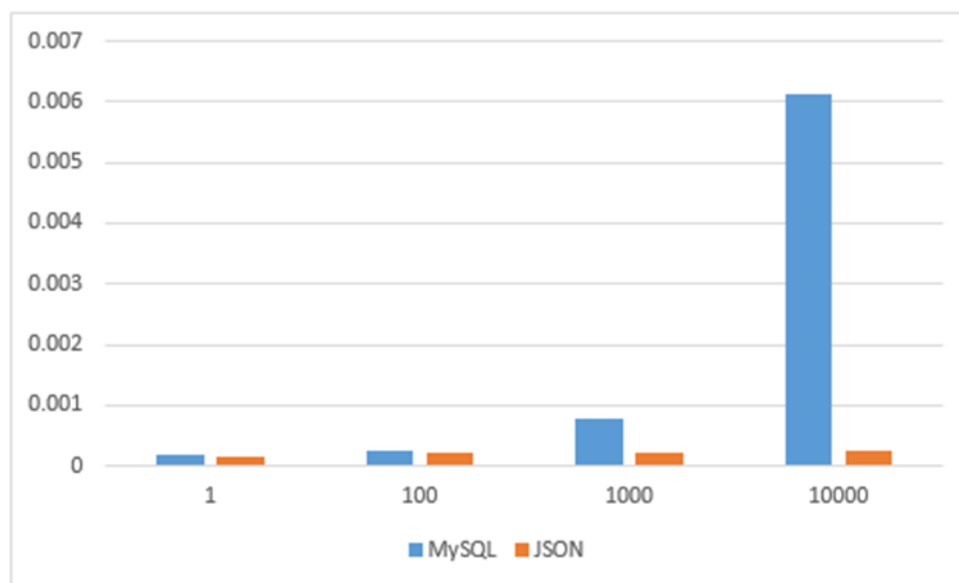
	MySQL	JSON
Time	0.0007798671722412109	0.000225067138671875
Average Time	0.0007911443710327149	0.00021963119506835939
Data	{ "account": "618", "property": "1", "services": [{"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}]}	{ "account": "618", "property": "1", "services": [{"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}, {"id": "example", "data": "test"}]}
Total Records Generated	1000	
Total Records Tested	10	
Generate New Records:	<input type="text" value="1000"/>	<input type="button" value="Generate New Records"/> <input type="button" value="Reset Test"/> <input type="button" value="Test"/>

Test Nr.	MySQL	JSON
10.	0.0007798671722412109	0.000225067138671875
9.	0.0008280277252197266	0.0002200603485107422
8.	0.00078582763671875	0.0002231597900390625
7.	0.0007607936859130859	0.00022292137145996094
6.	0.0007929801940917969	0.00021910667419433594
5.	0.000782012939453125	0.00021696090698242188
4.	0.0007679462432861328	0.000225067138671875
3.	0.0007801055908203125	0.00020003318786621094
2.	0.000782012939453125	0.00021195411682128906
1.	0.0008518695831298828	0.0002319812774658203

8. attēls. 1000 ieraksti 10 testi

	MySQL	JSON
Time	0.005733013153076172	0.00024390220642089844
Average Time	0.00613400936126709	0.00024950504302978516
Data	{ "account": "6091", "property": "1", "services": [{ "id": "example", "data": "test" }, { "id": "example", "data": "test" }, { "id": "example", "data": "test" }] }	{ "account": "6091", "property": "1", "services": [{ "id": "example", "data": "test" }, { "id": "example", "data": "test" }, { "id": "example", "data": "test" }] }
Total Records Generated	10000	
Total Records Tested	10	
Generate New Records:	<input type="text" value="10000"/>	<input type="button" value="Generate New Records"/> <input type="button" value="Reset Test"/> <input type="button" value="Test"/>
Test Nr.	MySQL	JSON
10.	0.005733013153076172	0.00024390220642089844
9.	0.007354021072387695	0.00024199485778808594
8.	0.006660938262939453	0.0002560615539550781
7.	0.005751132965087891	0.0002491474151611328
6.	0.005934953689575195	0.00026702880859375
5.	0.00671696662902832	0.000244140625
4.	0.005727052688598633	0.0002589225769042969
3.	0.005861043930053711	0.00025391578674316406
2.	0.005810976028442383	0.00023293495178222656
1.	0.005789995193481445	0.00024700164794921875

9. attēls. 10000 ieraksti 10 testi



10. attēls. Grafiski attēlots datu nolasīšanas ātrums

Secinājumi

Kā redzams 10. attēlā, datu nolasīšana no JSON faila vienmēr ir daudz ātrāka nekā no datubāzes. Jo vairāk ir ierakstu jo ātrāk tos būs nolasīt no JSON faila nekā no datubāzes, piemēram ja ir nepieciešams saglabāt groza informāciju par katru lietotāju un vidēji dienā veikalu apmeklē 10,000 lietotāju, un ja 1,000 lietotāju veic pasūtījumu vai jebkādu darbību ar grozu kura būtu jā saglabā tad izdevīgi to ir darīt JSON failā, tādejādi ietaupot datubāzes resursus un paātrinot informācijas nolasīšanu. Šai metodei ir arī sliktā puse, ja piemēram ir nepieciešams saglabāt svarīgu vai privātu informāciju tad obligāti jānodrošina ierobežota piekļuve JSON failu mapei, un ja tas netiek pilnība vai pareizi izdarīts informācija var tikt nopludināta, tāpēc tādā gadījumā glabāt informāciju datubāzē ir labāka un drošāka izvēle.

Uzskatu ka šis paņēmiens ir diezgan noderīgs situācijās kur informācijas nav privāta vai svarīga un ja katru dienu tiek veikti simtiem vai tūkstošiem jaunu ierakstu.

Summary

As seen in picture 10. reading data from a JSON file is always much faster than from a database. The more records there are, the faster they will be read from a JSON file compared to a database. For example, if it's necessary to store cart information for each user and on average 10,000 users visit the store per day, and if 1,000 users make an order or any action with the cart that needs to be saved, then it's advantageous to do so in a JSON file, thus saving database resources and speeding up information retrieval. However, this method also has its downsides. For instance, if it's necessary to store important or private information, restricted access to the JSON file directory must be ensured. If this is not done properly, information could be compromised, making storing the information in a database a better and more secure choice in such cases. I believe this approach is quite useful in situations where the information is not private or critical, and hundreds or thousands of new records are being made every day.

Literatūra

1. XAMPP <https://en.wikipedia.org/wiki/XAMPP>
2. JSON <https://en.wikipedia.org/wiki/JSON>
3. AJAX [https://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_\(programming\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_(programming))
4. file_get_contents <https://www.php.net/manual/en/function.file-get-contents.php>
5. MySQL <https://en.wikipedia.org/wiki/MySQL>
6. PHP <https://en.wikipedia.org/wiki/PHP>
7. JavaScript <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>

LLM KLASIFIKATORS: ZIŅOJUMA VALIDĀCIJA UZ RUPJĪBAS PAZĪMĒM

LLM CLASSIFIER: MESSAGE VALIDATION ON PROFANITY

Autori: **Aleksandrs Daniels Lebedis**, e-pasts: dl22040@edu.rta.lv

Egīls Kivlis, e-pasts: ek22140@edu.rta.lv

Zinātniskais vadītājs: **Sergejs Kodors, Dr.sc.ing.**, e-pasts: sergejs.kodors@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Atbrīvošanas aleja 155, Rēzekne, Latvija

Abstract: *The aim of the given scientific paper "Message validation on profanity using LLM" to train LLM to detect profanity in user messages. During the research, the authors created a dataset of 30 phrases (15 good, 15 bad), which were then used to train LLM using AI platform Cohera and evaluated the recognition accuracy. The authors achieved accuracy equal to 70%.*

Keywords: *Dataset, ChatGPT 3.5, Cohera, LLM.*

Ievads

Pāris pēdējo gadu laikā lielas valodas modeļi (LLM) ir attīstījušies no jaunizveidotām tehnoloģijām līdz praktiski lietojamiem rīkiem. Lielais valodas modelis ir sava veida mašīnmācīšanās atzars, kas paredzēts apmācīt neironākus, kas spēj apstrādāt dabisko valodu (NLP). [1] Lielie valodas modeļi, piemēram, GPT-3, tiešām ir revolucionāroši dažādās jomās, ieskaitot tīmekļa izstrādi. Šie modeļi ir spējīgi saprast, klasificēt, apkopot, pārstrādāt (pārveidot), meklēt un ģenerēt cilvēkam līdzīgu tekstu pamatojoties uz iegūto informāciju. Kā arī šie modeļi ir ļoti svarīgi mūsdienu mākslīgā intelekta algoritmiem, kas spēj apstrādāt un radīt teksta saturu, un tie ir plaši izmantoti dažādās jomās, piemēram, valodu tulkošanā, teksta klasifikācijā, jūtu analīzē, teksta ģenerēšanā un jautājumu atbildēšanā. Šie modeļi tiek apmācīti ar lielu datu apjomu no dažādiem avotiem, daži no tiem satur pat simtiem miljardu tekstvienību jeb tokenu (*tokens*). Lielu valodas modeļu gadījumā datu apjomu mēra ar tekstvienībām.

Tekstvienība ir teikuma unikāla daļa, tā varbūt vārds, burts, burtu kombinācija, vārdu kopa vai baitu secība. Moderni lielas valodas modeļi ir balstīti uz transformera (*transformer*) pielietošanas, kas bija anonsēts 2017. gadā. [2] Lielie valodas modeļi būtiski paplašina iespējas, ko dators var darīt ar tekstu. Pēdējo gadu populārākie lielas valodas modeļi ir *GPT-3.5, GPT-4, Gemini, LLaMA, Falcon, Cohere, PaLM, Claude v1*. [3] Pateicoties spējai ģenerēt loģisku tekstu neatšķiramo no cilvēka rakstīta varianta, lielas valodas modeļi tagad tiek izmantoti ļoti plaši, sākot no satura izveides līdz klientu apkalpošanas tērēšanas robotiem.

Pētījuma mērķis: apmācīt LLM klasifikatoru atpazīt rupjību lietotāju ziņojumos.

Uzdevumi:

- 1) sagatavot datu kopu;
- 2) apmācīt LLM;
- 3) novērtēt atpazīšanas precizitāti.

Materiāli un metodes

Lai izveidotu datu kopu ar piemēriem un veiktu klasifikācijas testu, par pamatu tika paņemti 15 lamu vārdi un 15 labi vārdi, kas tika izmantoti teikumu ģenerēšanai ar *ChatGPT 3.5* [4-5] palīdzību, lai radītu gan labas, gan sliktas frāzes. Tad darba autori izmantoja šo datu kopu, kas sastāvēja no 15 labām un 15 sliktām frāzēm, lai veiktu klasifikācijas testu un aprēķinātu precizitāti (*Accuracy*) ar kļūdu matricas (*confusion matrix*) palīdzību. Dotajā eksperimentā tika izmantota mākslīgā intelekta apmācības rīku *Cohera* [6],

lai veiktu teksta analīzi un apmācītu lielo valodas modeli. Saskaņā ar *Cohere* prasībām, lai lielo valodas modeli pielāgotu (*customization*) individuālajiem klasifikācijas mērķiem ir nepieciešams to sagatavot, izpildot vairākus soļus. Pirmkārt, ir jāizstrādā un jāgatavo apmācības dati, kas ietver piemērus un etiķetes jeb klasifikācijas marķierus, kas atbilst vēlamajam uzdevumam. Tad ir jāizvēlas piemērots lielā valodas modeļa arhitektūras variants, kas atbilst uzdevumam, un jāveic pielāgošanas procesa konfigurācija. Pēc tam notiek pats pielāgošanas process, kas ietver modeļa *featuru* izguves un svaru pielāgošanu, izmantojot apmācības datus. Kad pielāgošana ir pabeigta, modelis tiek pārbaudīts un novērtēts izmantojot testa datus, lai nodrošinātu tā efektivitāti un pareizību.

Rezultāti un diskusija

Autoru izpildīts eksperiments sastāvēja no šādiem posmiem:

1. Sagatavot datu kopu ar *ChatGPT*;
2. Apmācīt LLM klasifikatoru pielietojot *Cohere*.

Lai sasniegtu izvirzītus uzdevumus, tika sagatavota un apkopota datu kopa ar autoru izveidotiem piemēriem, ietverot gan labus, gan sliktus vārdus:

1.tabula. Datu kopa ar LLM apmācības piemēriem

<i>Teksts</i>	<i>Klase</i>
<i>Bridge construction is progressing well.</i>	Labi
<i>You're such a dumbass.</i>	Slikti
<i>I love eating asparagus.</i>	Labi
<i>That's a load of bullshit.</i>	Slikti
<i>The clock is ticking.</i>	Labi
<i>You're such a jerk.</i>	Slikti

Lai izmantotu šo datu kopu apmācībai un testēšanai, *Cohere* piedāvā izvēlēties LLM arhitektūru. Klasifikācijai izmanto tikai *Encoder* daļu. [8] Šāda veida modeļi varētu būt noderīgi, piemēram, sociālajos medijos vai citās platformās, lai automātiski filtrētu un klasificētu tekstuālu saturu atbilstoši noteiktām prasībām. Šajā datu kopā ir 30 frāzes, kurās ir 15 labas frāzes un 15 sliktas frāzes. Izrietot pēc datu kopas ir iespējams veikt klasifikācijas kļūdu matricu un aprēķināt precizitāti (*Accuracy*).

Autori izmantoja *playground* opciju *Cohere* rīkā, kas atļauj veikt LLM apmācību bez koda rakstīšanas. Ar klasifikācijas opciju ātri un vienkārši tika apmācīts LLM atpazīt jeb validēt frāzes pret ziņojumiem ar rupjībām.

Validācija: lai novērtētu modeļa veiktspēju un novērstu pārāpmācību (*overfitting*), tas tiek validēts, izmantojot atsevišķu datu kopu, kas nav izmantota apmācībai.

Testēšana: kad modeļa izstrādes posms ir pabeigts un tika izvērtēta arī tā veiktspēja validācijas kopā, tas tiek testēts, izmantojot pilnīgi atsevišķu datu kopu, lai novērtētu tā ģenerālo veiktspēju.

Value	Confidence Level
1 fuck.	good 53%
2 fuck you.	toxic 98%
3 kill yourself.	good 82%
4 you are a bitch.	toxic 100%
5 you should kill yourself.	toxic 78%

1.attēls. LLM apmācīšana, sliktos frāžu ievadīšana

6 what a nice clock.	good 100%
7 i have docked my ship.	good 99%
8 i have a screw loose.	good 93%
9 that was stupid.	toxic 76%
10 i got knocked tf out	good 60%

2.attēls. LLM apmācīšana, labos frāžu izvadīšana

Pēc datu kopu frāžu ievadīšanas un izvadīšanas ar *Cohera* programmas palīdzību, tiek veidota klasifikācijas tabula, ar klasifikācijas rezultātiem. Ņemot vērā izlasi, kurā tika paņemtas 10 frāzes, kurās 5 ir pozitīvas un 5 ir negatīvas, tika izveidota šāda klasifikācijas tabula (skat. 2. tabulu):

2.tabula. Klasifikācijas kļūdu matricas rezultāti

Frāzes numurs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Reālā klasifikācija	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Paredzētā klasifikācija	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
rezultāts	<i>FN</i>	<i>TP</i>	<i>FN</i>	<i>TP</i>	<i>TP</i>	<i>TN</i>	<i>TN</i>	<i>TN</i>	<i>FP</i>	<i>TN</i>

- *True Positive (TP)*: gadījums, kad modelis pareizi atpazīst pozitīvo klasi.
- *True Negative (TN)*: gadījums, kad modelis pareizi atpazīst negatīvo klasi.
- *False Positive (FP)*: gadījums, kad modelis nepareizi identificē negatīvo klasi kā pozitīvo (pazīstot kļūdu, kad nav).
- *False Negative (FN)*: gadījums, kad modelis nepareizi identificē pozitīvo klasi kā negatīvo (pazīstot kļūdu, kad ir).

3.tabula. Klasifikācijas kļūdu tabula

		Paredzētā klasifikācija	
		5+5=10	4 slikti
Reālā klasifikācija	5 slikti	3	2
	5 labi	1	4

Kā rezultātā tika pielietoti 10 varianti, pēc rezultātiem ir iespējams spriest, ka reālā klasifikācija ir $5 = 5$, bet paredzētā klasifikācija $4 = 6$. Pēc tabulas datiem, autoriem ir izveidojies:

- $TP = 3$
- $TN = 4$
- $FP = 1$
- $FN = 2$

Lai aprēķinātu precizitāti (*accuracy*), ir jāskaita pareizi klasificētie gadījumi (TP un TN) un jāsadala tos ar kopējo skaitu: $Accuracy = (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)$.

$Accuracy = (3 + 4) / (3 + 4 + 1 + 2) = 7 / 10 = 0.7$, tādējādi precizitāte ir 0.7 jeb 70%.

Šo LLM klasifikatoru var integrēt tīmeklā lietotnē, pielietojot *Cohere API*. Ir iespējams pārbaudīt *Cohere API* integrāciju, lai pārliecinātos, ka tā darbojas pareizi un sniedz gaidītus rezultātus. Ja nepieciešams, var veikt pielāgojumus vai uzlabojumus, lai optimizētu integrācijas veikspēju un precizitāti.

Secinājumi

Apmācīta LLM klasifikatora precizitāte sasniedza 70%. Tas nozīmē, ka tas ir spējīgs pietiekoši pareizi klasificēt tekstu, aptuveni 7 no 10 gadījumiem. Kļūdu matrica sniedz ieskatu par modeļa veikspēju un to, kāda veida kļūdās tiek veidotas. Kā arī autoru novērojums, ka modelis precīzāk atpazīst garākas frāzes nekā īsās. Tā izceļ gan pareizi identificētās ("*True*") gan nepareizi identificētās ("*False*") pozitīvās un negatīvās kategorijas. Tā kā autoru datu kopā ir vienāds skaits gan labu, gan sliktu piemēru, varam uzskatīt, ka abu klašu vērtējums ir līdzsvarots. Tomēr joprojām ir svarīgi ņemt vērā modeļa spēju pareizi identificēt svarīgāko klasi, kas varētu būt atkarīga no konkrētā scenārija vai uzdevuma. Jāņem vērā, ka šī pētījuma rezultāti ir atkarīgi no izmantotās datu kopas un izmēra. Lai gan 70% precizitāte var izskatīties laba, tā varbūt atkarīga no dažādiem faktoriem, piemēram, datu kvalitātes, izmēra un sarežģītības. Šo rezultātu varētu uzlabot, izmantojot papildu apmācības piemērus, pielāgojot modeļa *hiperparametrus* vai izvēloties citus algoritmus.

Summary

In recent years, large language models (LLMs) have become practical technologies, enabling natural language processing (NLP). LLMs, such as GPT-3, have introduced revolutionary advancements in various fields, including web development. These models are capable of understanding, classifying, aggregating, processing, searching, and generating human-like text, thus creating a strong connection between customers and businesses. The research aim is to train LLM to perform rudeness classification in user messages. The study used both "positive" and "negative" words, and the dataset was created with the assistance of ChatGPT 3.5. Additionally, the study used the Cohere artificial intelligence training platform to perform text analysis and train LLMs. Validation and testing results showed that the average accuracy is 70%. These results can be integrated into web application using Cohere API, with the ability to make adjustments and improvements to optimize integration performance and accuracy.

Literatūra

1. What Is A Large Language Model (LLM)? A Complete Guide. [tiešsaiste 22.03.2024.]. Pieejas veids: https://www.hostinger.com/tutorials/large-language-models?ppc_campaign=google_search_generic_hosting_all&bidkw=defaultkeyword&lo=9075644&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw2PSvBhDjARIsAKc2cgOQyPS0JVEpWalFc4hcqEho1QYLMIAAnPmBDpN7lzdDJITpfP6A3bLsaAok5EALw_wcB
2. Attention Is All You Need. [tiešsaiste 08.04.2024.]. Pieejams: 1706.03762.pdf (arxiv.org)
3. Best Large Language Models for 2024 and How to Choose the Right One for Your Site. [tiešsaiste 22.03.2024.]. Pieejas veids: <https://www.hostinger.com/tutorials/large-language->

models?ppc_campaign=google_search_generic_hosting_all&bidkw=defaultkeyword&lo=9075644&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw2PSvBhDjARIsAKc2cgOQyPS0JVEpWalFc4hcqEho1QYLmIANPmBDpN7lzdDJITpfP6A3bLsaAok5EALw_wcB#1_GPT_35

4. Datu kopa ChatGPT3.5 [tiešsaiste 22.03.2024.].Pieejams veids: <https://chat.openai.com/>
5. Make database. [tiešsaiste 03.04.2024.]. Pieejams: <https://chat.openai.com/auth/login?next=%2Fc%2F1444a459-dfb0-4b8d-b378-b2aece7c6413>
6. Introduction to Large Language Models. [tiešsaiste 29.03.2024.]. Pieejams: <https://docs.cohere.com/docs/introduction-to-large-language-models>
7. LLMs – Model Architectures and Pre-Training Objectives. [tiešsaiste 11.04.2024.]. Pieejams: <https://ritikjain51.medium.com/llms-model-architectures-and-pre-training-objectives-39c4543edef0>

MĀKSLĪGAIS INTELEKTS UN TĀ IESPĒJAS PROGRAMMĒŠANĀ ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ITS POSSIBILITIES IN PROGRAMMING

Autors: **Alvis Pastars**, e-mail: ap20147@edu.rta.lv
Zinātniskā darba vadītājs: **Dr.sc.ing., prof. Pēteris Grabusts**
Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija, Rēzekne,
Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. *The authors in this work provides insight into the significance of Artificial Intelligence (AI) and provide a general overview of its strengths, weaknesses, and potential applications. Drawing upon statistical data, the authors present a comprehensive description of AI systems and their impact on various industries.*

Keywords: *Artificial Intelligence, AI applications, Machine learning, Deep learning, Data analysis.*

Ievads

Mākslīgais intelekts (MI) ir izcēlies kā transformējošs spēks dažādās jomās, paātrinot nozares un paplašinot cilvēka spējas. Viena no interesantākajām MI lietojumprogrammām ir programmu koda ģenerēšana, kur MI algoritmi izmanto lielu datu kopu un sarežģītus algoritmos, lai automatizētu programmatūras koda veidošanu. Šajā darbā tiks aplūkota MI būtība un daudzsoļās iespējas programmu koda ģenerēšanas jomā.

1. Mākslīgā intelekta būtības izpratne

Mākslīgais intelekts ir plašs un sarežģīts jēdziens, kas ietver cilvēka intelektuālo spēju un procesu emulēšanu ar mašīnām [4]. Šajā kontekstā "intelekts" attiecas uz cilvēka spēju domāt, saprast, mācīties un pieņemt lēmumus. MI galvenokārt tiek realizēts caur datoru sistēmām un programmētām algoritmiem, kas ļauj mašīnām veikt sarežģītas kognitīvās funkcijas, kas tradicionāli bija raksturīgas tikai cilvēkiem.

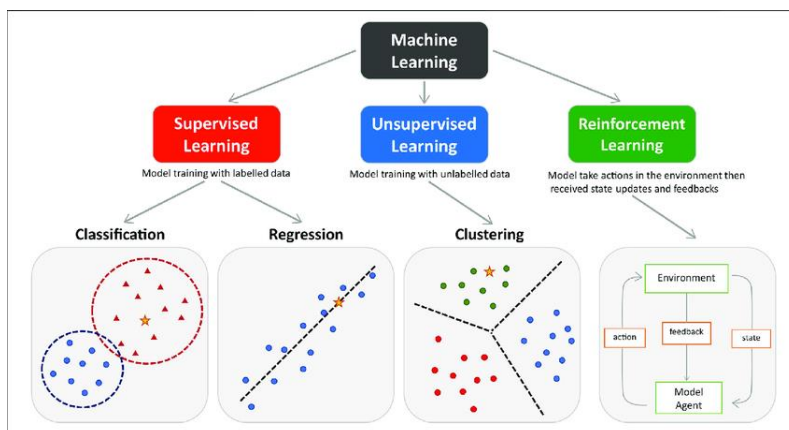
Šīs datoru sistēmas ir nodrošinātas ar algoritmiskām struktūrām, kas ļauj tām mācīties no datiem, saprast un interpretēt cilvēka valodu, attēlus un citus datus, kā arī pieņemt lēmumus, pamatojoties uz analīzi un secinājumiem no šiem datiem. MI ietver vairākas tehnoloģijas un pieejas, tai skaitā [5]:

Mašīnmācība: Šī ir tehnoloģija, kas ļauj datoriem mācīties no datiem un uzlabot savas veikspējas, veicot specifiskus uzdevumus bez specifiskas programmēšanas (skat.1.attēlu).

Dabisko valodu apstrāde: Šī tehnoloģija ļauj datoriem saprast cilvēka rakstīto un runāto valodu, kā arī komunicēt ar cilvēkiem šajā valodā.

Datorredze: Tas ir pielietojumu lauks, kas saistīts ar datoru spēju interpretēt attēlus un video, kā arī saprast un analizēt to saturu.

Dziļā mašīnmācība: Šī ir īpaša mašīnmācības apakšnozare, kas izmanto dziļo neironu tīklu arhitektūru, lai veiktu sarežģītus un augsta līmeņa datu analīzes uzdevumus.



1.attēls. Mašīnmācības shēma

Kopumā MI ir atvēris iespējas jaunām iespējām cilvēces attīstībā, piedāvājot līdz šim nebijušas iespējas, lai uzlabotu produktivitāti, inovācijas un cilvēku dzīves kvalitāti dažādās jomās, sākot no medicīnas līdz finansēm un no izglītības līdz izklaidei.

2. MI potenciāls programmu koda ģenerēšanā

Programmu koda ģenerēšana ietver programmatūras koda automatizētu veidošanu, uzdevumu, ko tradicionāli veic cilvēki programmētāji. Tomēr ar progresējošajiem MI sasniegumiem, īpaši mašīnmācībā un dabisko valodu apstrādē, situācija strauji mainās. MI vadītā koda ģenerēšana piedāvā vairākas pievilcīgas iespējas:[3.1][3.2]

Ātrā prototipēšana un iterācija: MI vadītā koda ģenerēšana paātrina programmatūras izstrādes ciklu, automatizējot atkārtotus uzdevumus. Tas ļauj ātri prototipēt (skat.2.attēlu) un veikt daudzas iterācijas, ļaujot izstrādātājiem bez pūlēm eksperimentēt ar dažādām koda struktūrām un funkcionalitātēm.

```

Prototype Implementation:
<!-- Task Creation Form -->
<form id="taskForm">
  <input type="text" id="taskTitle" placeholder="Enter task title" required>
  <textarea id="taskDescription" placeholder="Enter task description" required>
  <input type="date" id="dueDate" required>
  <button type="submit">Add Task</button>
</form>

<!-- Task List -->
<div id="taskList"></div>

<script>
// Task List Data
let tasks = [];

// Task Form
const taskForm = document.getElementById('taskForm');
taskForm.addEventListener('submit', function(event) {
  event.preventDefault();

  const taskTitle = document.getElementById('taskTitle').value;
  const taskDescription = document.getElementById('taskDescription').value;
  const dueDate = document.getElementById('dueDate').value;

  const newTask = {
    title: taskTitle,
    description: taskDescription,
    dueDate: dueDate,
    completed: false
  };

  tasks.push(newTask);
  renderTasks();
  taskForm.reset();
});
  
```

2.attēls. ChatGPT koda prototips

Koda Optimizācija: MI algoritmi var analizēt esošās koda bāzes, lai identificētu neefektīvus koda fragmentus un liekos elementus (skat.3.attēlu). Pielietojot optimizācijas tehnikas, MI vadītie koda ģeneratori var radīt efektīvāku kodu, uzlabojot veikspēju un samazinot resursu patēriņu.

```
Unoptimized Version:
javascript Copy code
function findMax(arr) {
  let max = arr[0];
  for (let i = 1; i < arr.length; i++) {
    if (arr[i] > max) {
      max = arr[i];
    }
  }
  return max;
}

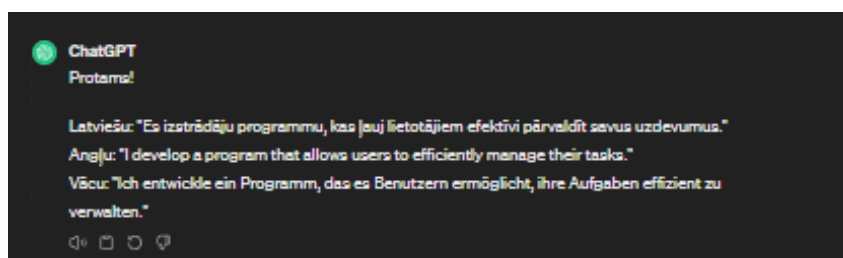
Optimized Version:
javascript Copy code
function findMax(arr) {
  return Math.max(...arr);
}

In the optimized version, we utilize the built-in "Math.max()" function along with the spread operator (...) to efficiently find the maximum number in the array. This approach simplifies the code and is likely to perform better, especially for large arrays, compared to the manual iteration in the unoptimized version.
```

3.attēls. ChatGPT optimizē kodu

Prasmju nepietiekamības pārvarēšana: Globālā pieprasījums pēc prasmīgiem programmatūras izstrādātājiem pārsniedz pieejamo talantu bāzi. MI vadītā koda ģenerēšana piedāvā risinājumu, automatizējot programmatūras izstrādi. Lietotāji, kas nav eksperti, var izmantot MI rīkus, lai radītu funkcionālu kodu, samazinot atkarību no ļoti specializētām programmēšanas prasmēm.

Dabiskās valodas programmēšana: Progress dabisko valodu apstrādē ir ļāvis MI modeļiem interpretēt un ģenerēt kodu no cilvēkiem saprotamiem aprakstiem (skat. 4.attēlu). Šāda paradigma, pazīstama kā dabiskās valodas programmēšana, atvieglo komunikāciju starp izstrādātājiem un mašīnām, optimizējot kodēšanas procesu.



4.attēls. ChatGPT valodas apstrāde

Domēna specifiskā koda ģenerēšana: MI modeļi, kuri ir apmācīti ar domēnam specifiskiem datu kopumiem, var radīt kodu, kas pielāgots konkrētiem pielietojumiem vai nozarēm (skat. 5.attēlu). Vai nu tās ir tiešsaistes tirdzniecības platformas, veselības aprūpes sistēmas vai finanšu programmatūra, MI vadītā koda ģenerēšana var radīt pielāgotus risinājumus, kas optimizēti konkrētai nozarei.

Protams! Šeit ir vienkāršs piemērs koda ģenerēšanai, kas īpaši pielāgota domēna specifiskajai valodai (DSL) - tā ir valoda, kas ir specifiska konkrētai problēmai vai uzdevumam.

Šajā piemērā izveidojam DSL, kas ģenerē unikālus identifikatorus (ID) sarakstam studentu vārdiem, kur katram studentam ir piešķirts unikāls ID numurs.

```
python
# Domēna Specifiskā Koda Ģenerēšana (DSL) - Studentu ID Ģenerators

class StudentIDGenerator:
    def __init__(self):
        self.id_counter = 0

    def generate_id(self, student_name):
        self.id_counter += 1
        return f"{student_name}{self.id_counter}"

# Testa dati
students = ["John Smith", "Alice Johnson", "Bob Brown"]

# DSL izveido un ID ģenerēšana
id_generator = StudentIDGenerator()
student_ids = {student: id_generator.generate_id(student) for student in students}

# Rezultātu izdrukāšana
for student, student_id in student_ids.items():
    print(f"Student: {student}, ID: {student_id}")
```

Šis kods izveido DSL, kas ģenerē unikālus studentu ID, izmantojot pirmās trīs burtu alfabēti no studenta vārda un pieskaita numurēšanu. Ir vienkārša, taču efektīva piemēra DSL izmantošana problēmu risināšanai, kas specifiska konkrētai jomai - šajā gadījumā, studentu datu pārvaldībai.

5.attēls. ChatGPT domēna specifiska koda ģenerēšana

3. Iespējamās grūtības un aspekti

Neskatoties uz MI iespējām, tā vadītā koda ģenerēšana rada vairākas grūtības un izaicinājumus, kuriem ir jāpievērš īpaša uzmanība. Šie izaicinājumi ietver jautājumus par kodu kvalitāti, drošības ievainojamībām, ētiskām sekām un nepieciešamību pēc cilvēka uzraudzības. Koda kvalitāte: Lai gan MI var automātiski ģenerēt kodu, tas ne vienmēr nodrošina optimālu kvalitāti. Ģenerētais kods var būt sarežģīts, neefektīvs vai nepietiekami pielāgots konkrētajam uzdevumam. Tas var radīt sarežģītības nākamajās izstrādes stadijās un palielināt turpmākos riskus.

Drošības ievainojamības: MI vadītā koda ģenerēšana var radīt drošības riskus, ja algoritmi neņem vērā potenciālās drošības ievainojamības vai neļauj identificēt drošības trūkumus koda izstrādes laikā. Ģenerētais kods var saturēt neaizsargātas koda fragmentus, kas pakļauti ļaunprātīgai izmantošanai vai uzbrukumiem [1.3].

Ētiskās sekas: MI vadītā koda ģenerēšana var radīt ētiskus jautājumus saistībā ar atbildīgu izmantošanu un iespējamām sekām sabiedrībai. Piemēram, ja algoritmi tiek apmācīti ar datiem, kuriem ir iebildumi saistībā ar privātumu vai diskrimināciju, ģenerētais kods var atspoguļot šos ierobežojumus vai nevienlīdzību [1.1].

Nepieciešamība pēc cilvēka uzraudzības: Lai novērstu problēmas un novērstu neparedzētus rezultātus, MI vadītajam koda ģenerēšanai nepieciešama regulāra cilvēka uzraudzība un pārbaude. Cilvēka pārraudzība ir nepieciešama, lai novērtētu ģenerētā koda kvalitāti, identificētu drošības riskus un novērtētu ētiskos aspektus [2.1].

Dinamiskās programmatūras izstrādes dabas dēļ ir nepieciešama pastāvīga MI modeļu pielāgošana un pilnveidošana, lai saglabātu saskaņotību ar mainīgajām prasībām un tehnoloģiju attīstības tempu. Tas prasa ievērojamus resursus un laiku, kā arī prasa nepārtrauktu uzmanību no attiecīgajiem izstrādes komandu locekļiem.

Kopumā, lai gan MI vadītā koda ģenerēšana piedāvā daudzas priekšrocības un inovācijas iespējas programmatūras izstrādē, ir jābūt uzmanīgiem pret šiem izaicinājumiem un nodrošināt, ka tiek veikti atbilstoši pasākumi, lai mazinātu negatīvās sekas un uzlabotu šīs tehnoloģijas izmantošanas drošību un efektivitāti.

Ir svarīgs aspekts, kas jāņem vērā, runājot par MI un tā darbību. Jāsaprot, ka MI, tādā veidā kā tas eksistē šodien, nav pilnībā autonomas tādā nozīmē kā cilvēka intelekts. MI sistēmas ir izstrādātas un uzprogrammētas ar cilvēka palīdzību, lai veiktu konkrētus uzdevumus un pieņemtu lēmumus, pamatojoties uz iepriekš definētām vadlīnijām, algoritmiem un datu kopām, ko definējis izstrādātājs.

Tādēļ, kad MI rīkojas kādā konkrētā veidā, tas nedarbojas autonomi vai pieņem lēmumus tāpat kā cilvēki. Tā vietā tas seko instrukcijām un modeļiem, kas definēti tā programmēšanas laikā. Šis atšķirīgais aspekts ir būtisks, it īpaši ņemot vērā ētiskās sekas un atbildību par MI rīcību. Ja MI algoritms pieņem tendenciozu lēmumu vai rada negaidītas sekas, atbildība galu galā gulstas uz dizaineriem, izstrādātājiem un tiem, kuri apmācīja MI modeli, nevis pašu MI sistēmu. Šī atšķirība palīdz nodrošināt to, ka, izmantojot MI tehnoloģijas dažādās jomās, ir izveidoti atbilstoši drošības pasākumi, sistēmas pārredzamība un atbildība.

Secinājumi

MI piedāvā nepieredzētas iespējas paātrināt programmatūras izstrādes procesus, uzlabot koda kvalitāti un pārvarēt prasmju trūkumu programmatūras inženierijā. Kamēr MI tehnoloģijas turpina attīstīties, tās integrēšana programmatūras izstrādes darbpilūsmās sniedz lielas inovāciju un efektivitātes priekšrocības. Tomēr ir svarīgi MI vadītai koda ģenerēšanai pieiet pārdomāti, risinot jautājumus saistībā ar kvalitāti, drošību un ētiskajām sekām, lai izmantotu visas MI priekšrocības.

Summary

Artificial Intelligence has emerged as a transformative force in program code generation, offering unprecedented opportunities to expedite development processes, enhance code quality, and overcome skill gaps in software engineering. As AI technologies continue to evolve, their integration into software development workflows provides significant advantages in innovation and efficiency. However, it is crucial to approach AI-driven code generation thoughtfully, addressing concerns related to quality, security, and ethical implications, to leverage all its benefits.

Literatūras avoti

1. <https://www.coe.int/en/web/bioethics/common-ethical-challenges-in-ai>
2. <https://www.capttechu.edu/blog/ethical-considerations-of-artificial-intelligence>
3. <https://www.unesco.org/en/artificial-intelligence/recommendation-ethics/cases>
4. <https://www.walkme.com/blog/ai-risks/>
5. <https://www.techtarget.com/searchitoperations/feature/The-promises-and-risks-of-AI-in-software-development>
6. <https://www.revelo.com/blog/ai-generated-code>
7. <https://circleci.com/blog/risks-rewards-generative-ai/>
1. AI Prompt Engineering - ELEVEL Webinar
2. <https://permutable.ai/navigating-the-challenges-and-opportunities-of-artificial-intelligence/>
3. <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence>

CHAID LĒMUMU KOKU UN NEIRONU TĪKLU METOŽU PIELIETOJUMS GRAUDKOPIBAS NOZARES UZŅĒMUMU RAŽAS PROGNOZĒŠANĀ

APPLICATION OF CHAID DECISION TREES AND NEURAL NETWORKS METHODS IN FORECASTING THE YIELD OF CEREAL INDUSTRY COMPANIES

Autore: **Lāsma Priževote**, Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, e-pasts:
lasma.prizevoite@gmail.com

Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing., prof.**, e-pasts: peteris.grabusts@rta.lv

Zinātniskā darba vadītāja: **Inta Kotāne, Ph.D., docente**, e-pasts: inta.kotane@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *Within the research the most important factors affecting the grain yield and their impact indicators were considered. The application of CHAID decision trees and neural networks in forecasting aspects of the grain-growing industry was investigated. In the study, the organic agricultural companies of the Latgale region, which are engaged in grain cultivation, were selected and the harvest volumes of the companies and their influencing factors were collected. Based on the collected data, grain yield forecasting was performed using CHAID decision tree and neural network methods.*

Keywords: *CHAID decision tree, neural networks, grain-growing industry, yield, forecasting.*

Ievads

Pētījuma aktualitāte saistāma ar to, ka graudkopības nozares nepārtrauktās izmaiņas un izaicinājumi, kas ietver dažādu faktoru ietekmi uz graudaugu ražas apjomiem, prasa graudkopības uzņēmumiem pielāgoties jaunām tehnoloģijām, tostarp mākslīgā intelekta metožu pielietošanu ražas prognozēšanai, lai saglabātu konkurētspēju un sekmētu ilgtspējīgu attīstību.

Pētījuma problēma ir, ka tradicionālās ražas prognozēšanas metodes, kas atkarīgas no cilvēka sprieduma, bieži ir nepietiekamas un neobjektīvas, tāpēc, lai nodrošinātu precīzas un uzticamas prognozes graudkopības uzņēmumam, ir būtiski izmantot mākslīgā intelekta metodes ražas prognozēšanā.

Pētījuma mērķis: izpētīt CHAID lēmumu koku un neironu tīklu metožu pielietojumu graudkopības nozares uzņēmumu ražas prognozēšanā.

Pētījuma uzdevumi:

1. Izpētīt graudkopības nozares teorētiskos aspektus.
2. Analizēt graudaugu ražu ietekmējošos faktoros.
3. Veikt CHAID lēmumu koku un neironu tīklu metožu pielietojumu graudaugu ražas prognozēšanai.
4. Izteikt secinājumus un izvirzīt priekšlikumus.

Pētījuma objekts: graudkopības nozare, prognozēšana.

Pētījuma priekšmets: ražas prognozēšanas iespējas graudkopības nozares uzņēmumā.

Hipotēze: mākslīgā intelekta metožu pielietojums uzlabo graudkopības nozares uzņēmumu ražas prognozēšanas precizitāti.

Pētījuma periods: no 2008.gada līdz 2023.gadam.

Pielietotās pētīšanas metodes: dokumentu analīze, analīzes metode, monogrāfiskā jeb aprakstošā metode, grafiskā metode.

Materiāli un metodes

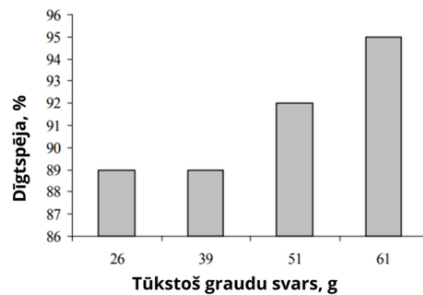
Graudkopība ir viena no vadošajām lauksaimniecības nozarēm, kur ik sezonu lauksaimniekiem nākas saskarties ar izaicinājumu – efektīvi plānot un īstenot darbības, lai paaugstinātu ražu un tās kvalitāti [1]. Tomēr graudaugu ražas apjomi var būt atkarīgi no dažādiem to ietekmējošiem faktoriem, līdz ar to, ir nozīmīgi izpētīt to parametrus un ietekmes rādītājus. Ņemot vērā to, ka ziemāju, tas ir, graudaugu kuri tiek sēti rudenī un vasarāju, kā arī pārējo graudaugu ražu ietekmējošie faktori var būtiski atšķirties, pētījuma ietvaros netiks ņemti vērā ziemāju graudaugu sējumu ražu ietekmējošie faktori. Nozīmīgākie graudaugu ražu ietekmējošie faktori un to rādītāji apkopoti 1. tabulā [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11].

1.tabula

Graudaugu ražu ietekmējošo faktoru apkopojums (autores veidota)

Nr. p.k.	Faktors	Ietekme	Ietekmes rādītājs
1	2	3	4
1	Dīgtspēja (grauda svars ņemot tūkstoš graudus)	Labvēlīga	51 g un vairāk
		Vidēja	26 – 50 g
		Nelabvēlīga	1 – 25 g
2	Dīgtspēja (grauda sēšanas dziļums)	Labvēlīga	60 – 69 mm
		Vidēja	70 – 83 mm; 23 – 59 mm
		Nelabvēlīga	84 mm un vairāk; 22 mm un mazāk
3	Graudaugu sēklas kvalitāte (proteīna saturs)	Labvēlīga	14,5 % un vairāk
		Vidēja	13,1 – 14,4 %
		Nelabvēlīga	13 % un mazāk
4	Augsnes kvalitāte (pHKCl līmenis)	Labvēlīga	6 – 6,5
		Nelabvēlīga	5,9 un mazāk 6,6 un vairāk
5	Izsējas norma (dīgtspējīgu sēklu daudzums uz vienu m ²)	Labvēlīga	400 – 500 un vairāk
		Vidēja	300 – 399
		Nelabvēlīga	299 un mazāk
6	Temperatūra	Labvēlīga	20 – 25 °C
		Vidēja	26 – 31 °C; 7 – 25 °C
		Nelabvēlīga	32 °C un vairāk; 6 °C un mazāk
7	Nokrišņu daudzums gadā	Labvēlīga	50 – 100 cm
		Nelabvēlīga	49 cm un mazāk 101 cm un vairāk
8	Augsnes apstrādes veids	Tradicionālā augsnes apstrāde	-
		Minimālā augsnes apstrāde	-
		Tiešā sēja	-

Kā redzams 1. tabulā, nozīmīgs faktors, kas ietekmē graudaugu ražas apjomus ir izmantotās graudu šķirnes sēklas dīgtspēja. Ir noteikts, kā tiek ietekmēta daudzu graudaugu šķirņu agrīna augšana pēc sēklu izmēra un svara, kā attēlots 1.attēlā.



1.attēls. **Graudu svara ietekme uz dīgspēju procentos [2]**

Balstoties uz J. J. Blake, J. H. Spinka un C. Dyera pētījumu, tiek noteikts, optimālais sēšanas dziļums ir 6 cm, kas nodrošina stādu izturību un labus ražas dīgspējas rezultātus [2].

Ražas apjomus ietekmē izvēlēta graudaugu sēklas kvalitāte. Sēklas kvalitātes galvenais rādītājs ir proteīna saturs graudos, kur E kvalitātes klase tiek apzīmēta kā augsta, ar proteīna saturs graudos >14.5 %, A kvalitātes klase vidēja, ar proteīna saturu graudos 14 %, kā arī B kvalitātes klase zema, ar proteīna saturu graudos 12- 13 % [12].

Nozīmīgs faktors ir augsnes kvalitāte, būtisks rādītājs kas raksturo augsnes kvalitāti ir pH līmenis, kas lauksaimniekam ir samērā viegli nosakāms veicot augsnes analīzes, kas graudaugiem kopumā, ir vidēji 6,0 līdz 6,5 pHKCl.

Izsējas norma var ietekmēt ražas lielumu, līdz ar to, tās kvalitāti un ražas apjomus. Balstoties uz 1.tabulā apkopotajiem datiem var secināt, ka augstākos ražas apjomus var sasniegt, ja izsēja ir vidēji 400 – 500 dīgspējīgu sēklu uz m².

Graudaugu augšanas procesu būtiski ietekmē temperatūras diapazons. Optimālā temperatūra tiek uzskatīta par 20-25°C, kas nozīmē, ka dīgšana ir efektīvāka šajā temperatūras diapazonā. Katrs 1°C temperatūras paaugstinājums virs 23°C vidējās temperatūras samazina graudaugu ražu par aptuveni 10% [13], savukārt temperatūra virs 32 °C negatīvi ietekmē graudauga augšanu, kā arī ir kritiska temperatūra, kas ilgstoši zemāka par 6 °C [14].

Nokrišņu daudzums ir nozīmīgs faktors graudkopības nozarē. Ja nav pietiekami daudz nokrišņu, graudaugi nevar augt, un raža var tikt ierobežota. Lielākajai daļai graudaugu nepieciešams no 50 līdz 100 cm lietus nokrišņu gadā [4]. Mitruma vai sausuma stress rada apmēram 30–70 % graudaugu produktivitātes zudumu kultūraugu augšanas periodā [5].

Kā redzams 1. tabulā, tiek izšķirti trīs augsnes apstrādes veidi ar atšķirīgiem raksturojošiem rādītājiem. Tradicionālā augsnes apstrāde attiecas uz aršanu, kas ietver augsnes apvēršanu [7], kas nodrošina barības elementu pieejamību visā aramkārtas slānī, ierobežo nezāles, veicina pārējo tehnoloģisko operāciju vieglāku izpildi [6]. Minimālās augsnes apstrāde ir metode, kur neveic augsnes apvēršanu. Maksimālais kultivēšanas dziļums ir ne dziļāks par 10 cm un / vai noteikts augsnes virsmā atstātajām augu atliekām procentuālais segums procentos, parasti 30%, kā arī pielietojot minēto metodi samazinās erozijas un garozas veidošanās risks, jo uz augsnes virsmas paliek salmu atliekas [9]. Savukārt tiešā sēja ir metode, kur sēkla tiek ievietota augsnē, neveicot iepriekšējās kultūras kultivēšanu, galvenokārt tiek izmantota sausos reģionos. Samazinās sadīgušo sēklu un nezāļu mehāniska apkarošana, taču nav iespējams izlīdzināt nevienmērīgi izkliedētas augu atliekas. Pielietojot būtiski ietaupās laiks un nauda, taču vienlaikus ir palielināts augu slimību izplatības risks [11].

Var secināt, ka graudaugu ražu var ietekmēt tādi faktori kā grauda svars, grauda sēšanas dziļums, sēklas kvalitāte, augsnes kvalitāte, izsējas norma, gaisa temperatūra, nokrišņu daudzums un augsnes apstrādes veids, turklāt katram no faktoriem tiek definēts ietekmes rādītājs uz graudaugu ražu.

Graudaugu ražas prognozēšana ir svarīgs lauksaimniecības aspekts, kas palīdz lauksaimniekiem pieņemt apzinātus lēmumus par audzētajām kultūrām [16], kas ir būtiski resursu optimizācijai un ieguldījumu plānošanai ilgspējīgas ražošanas nodrošināšanai [17].

Graudaugu ražas prognozēšanai var izmantot lēmumu koku metodi, kas ietver mašīnmācīšanās algoritmu izvēli un parametru noteikšanu, balstoties uz apmācības paraugiem. Lēmumu koku metode tiek sekmīgi pielietota graudkopības nozarē, tajā skaitā ražas prognozēšanā, izmantojot apmācības datus un izveidojot lēmumu koku, kurā tiek parādīta katra funkcija ar mezglu, metode prognozē mērķa mainīgo un nodrošina vienkāršu interpretācijas iespēju [18]. CHAID viens no izplatītākajiem lēmumu koku veidiem, kas tiek izmantots [19], CHAID algoritms sadala mezglus, lai iegūtu hī-kvadrāta (chi-square) vērtības. Hī-kvadrāta vērtība ir atšķirība starp standarta, paredzamo scenāriju un faktiskajiem rezultātiem, kas novēroti datos. Maksimālā hī-kvadrāta vērtība ir statistiski nozīmīgākais rezultāts CHAID lēmumu kokā jeb spēcīgākā saikne starp diviem mainīgajiem no atrastajām hī-kvadrāta vērtībām [20].

Efektīvs instruments ražas prognozēšanā ir neironu tīkli, kas var atrast pamatā esošo datu attēlojumu bez manuālas funkciju ievades, kur ir vairāki nelineāri slāņi, kas pārveido neapstrādātos ievades datus augstākā un abstraktākā attēlojumā katrā slānī. Neironu tīkla dziļumam ir būtiska ietekme uz tā veikspēju [21]. Neironu tīkla izmantošanai ražas prognozēšanai ir priekšrocības salīdzinājumā ar citām matemātiskās modelēšanas metodēm. Neironu tīkla tehnoloģiju izmantošana ļauj prognozēt ražas apjomus, pamatojoties uz tam dotajiem attiecīgiem datiem [22].

Var secināt, ka graudaugu ražas prognozēšana ir būtisks lauksaimniecības aspekts, kas palīdz optimizēt resursus. CHAID lēmumu koki, un neironu tīkli ir efektīvi rīki šajā jomā, nodrošinot precīzas prognozes un atvieglojot lēmumu pieņemšanu lauksaimniecības procesos.

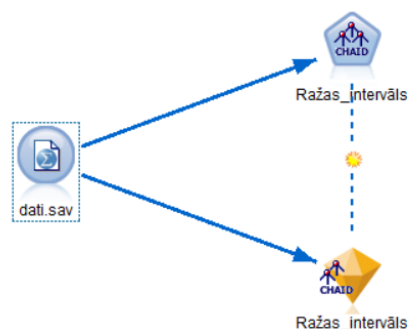
Rezultāti un izvērtējums

Lai raksturotu graudkopības nozares uzņēmumus un to darbības rādītājus, tika izraudzīti četri Latgales reģiona bioloģiskās lauksaimniecības uzņēmumi, SIA "A", SIA "B", SIA "C" un SIA "D", kuru pamatdarbības veids ir graudaugu audzēšana. Tika apkopoti ražu ietekmējošo faktoru rādītāji un ražas apjomi SIA "A" no 2011. līdz 2023. gadam, SIA "B" no 2008. līdz 2023. gadam, SIA "C" no 2013. līdz 2023. gadam un SIA "D" no 2013. līdz 2023. gadam. Apkopotie dati tika apstrādāti prognozējošās analītikas un statistiskās analīzes programmatūras pakotnē IBM SPSS Statistics, kur katrai no vērtībām tiek piešķirts identifikators jeb kods.

Pētījuma metodoloģija balstās uz šādām darbībām:

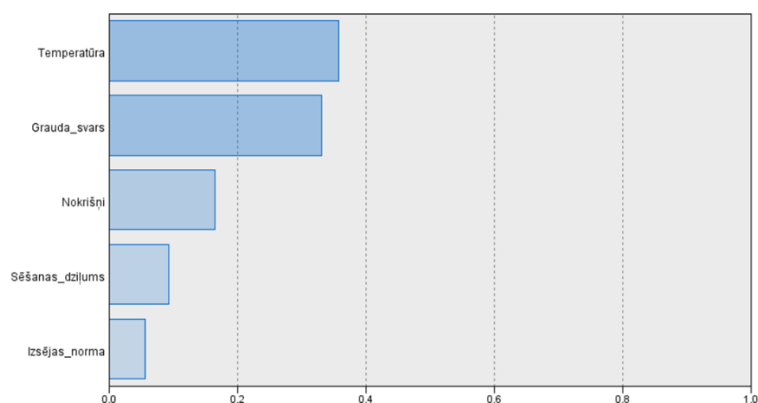
1. Uz sākotnējo datu pamata tiek veidots lēmumu koks.
2. Uz to pašu datu pamata tiek konstruēts neironu tīkls, kas tiek apmācīts.
3. Tiek veikta neironu tīkla testēšana, lai varētu pie noteiktiem faktoru rādītājiem veikt ražas prognozēšanu.

Strukturētu datu tālākai analīzei autore izmantoja IBM SPSS Modeler, Strukturētos datus, kas tika apkopoti IBM SPSS Statistics un definēti ar faila nosaukumu "dati", autore importēja un apstrādāja IBM SPSS Modeler, kā parādīts 2. attēlā.



2.attēls. CHAID lēmumu koka modelis (autore veidots)

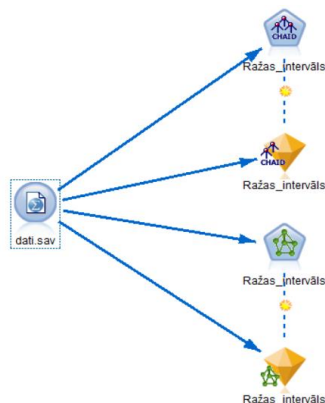
CHAID lēmumu koka analīzes rezultātā tiek definēta prognozēšanas faktoru nozīmība, kā parādīts 3. attēlā.



3.attēls. CHAID lēmumu koka modeli definētā prognozēšanas faktoru nozīmība (autores veidots)

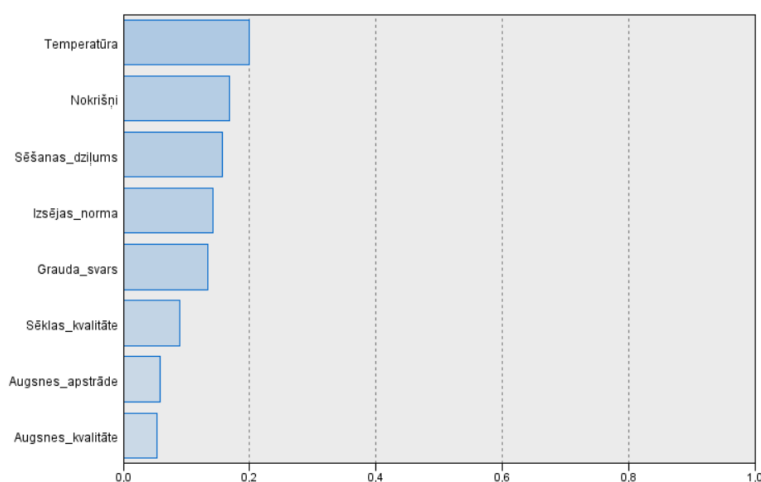
Kā redzams 3.3.attēlā, balstoties uz CHAID lēmumu koku analīzes rezultātiem, kā nozīmīgāko graudaugu ražu ietekmējošo faktoru var definēt “temperatūra”, taču vismazāk nozīmīgu “izsējas norma”.

CHAID lēmumu koka modelis apkopo faktoru ietekmi un nozīmību, taču, lai varētu veikt graudaugu ražas prognozēšanu, modelim nepieciešams pievienot neironu tīkla analīzi, kā parādīts 4. attēlā.



4.attēls. CHAID un neironu tīkla modelis (autores veidots)

Kā redzams 4. attēlā, arī neironu tīklā ražas intervāls tiek definēts kā mērķis, kas atkarīgs no pārējiem ražu ietekmējošiem faktoriem, savukārt neironu tīkla definētā faktoru nozīmība apkopota 5.attēlā.



5.attēls. Neironu tīkla modeli definētā apmācības faktoru nozīmība (autores veidots)

Lēmumu koku un neironu tīklu apmācības rezultātā iegūtie nozīmības faktori atšķiras tāpēc, ka abos gadījumos tiek izmantoti dažādi apmācības algoritmi, kā rezultātā faktoru ietekme var būt dažāda. Katrs algoritms uzsver dažādas datiem raksturīgās attiecības, līdz ar to, ir iespējams izprast kādi faktori katrā no metodēm ietekmē modeli un prognozes.

Var secināt, ka balstoties uz CHAID lēmumu koku un neironu tīklu modeli faktors “temperatūra” ir nozīmīgākais graudaugu ražas prognozēšanā, savukārt vismazāk nozīmīgs faktors CHAID lēmumu koku modelī ir “izsējas norma”, bet lēmumu koka modelī “augšnes kvalitāte”, kas pamatojams ar to, ka tie izmanto dažādus apmācības algoritmus un uzsver dažādas datiem raksturīgās īpašības.

Lai pārbaudītu izveidotā prognozēšanas modeļa ticamību, tiek veikta datu testēšana, tas ir, no kopējā datu kopuma tiek atlasīta pēdējā datu rindiņa (SIA “D” dati par 2023. gadu) un nodzēsta ražas intervāla vērtība, kas bija definēta ar “3” jeb “Vidēja”, robežās 3,0 – 4,0 t/ha (fails “dati-test”), ar mērķi, pārbaudīt vai apmācītais modelis atpazīs zināmo vērtību, kura tika nodzēsta. Testēšanas datu kopa ir savienota ar izveidoto CHAID lēmumu koku un neironu tīkla modeli, un testēšanas rezultāts attēlots datu kopā “Table” (6. attēls).

Ražas_intervāls	Uzņēmuma_nosaukums	Gads	Grauda_svars	Sēšanas_dziļums	Sēklas_kvalitāte	Augsnes_kvalitāte
\$null\$	SIA D	2023....	Vidēja	Labvēlīga	Vidēja	Labvēlīga

Izsējas_norma	Temperatūra	Nokrišņi	Augsnes_apstrāde	\$N-Ražas_intervāls	\$NC-Ražas_intervāls
Labvēlīga	Nelabvēlīga	Labvēlīga	Tradicionālā	Vidēja (3,0-4,0)	0.692

6.attēls. Prognozēšanas modeļa testēšanas rezultāti (autores veidots)

Testēšanas rezultāts liecina, ka ražu ietekmējošo faktoru vērtības ar 69 % ticamības rādītāju atbilst ražas intervālam “vidēja”, kas atbilst sākotnējai datu vērtībai, līdz ar to, var uzskatīt, ka izveidotais prognozēšanas modelis ir samērā precīzs.

Balstoties uz apmācītajiem datiem, graudkopības nozares uzņēmumi var veikt nākamā gada ražas prognozes, ņemot vērā iegūto ticamības rādītāju, kas sniegtu iespēju identificēt un novērst iespējamās ražas samazināšanās vai citus nelabvēlīgus ražu ietekmējošos faktorus, kas kopumā ietekmē uzņēmuma darbību.

SIA “A” tika lūgts sniegt informāciju par zināmajiem 2024. gada ražu ietekmējošo faktoru rādītājiem, kas apkopoti 2. tabulā.

SIA "A" ražu ietekmējošo faktoru rādītāji 2024. gadā (autores veidota)

Nr.p.k.	Faktors	Rādītājs 2024. gadā	Ietekmes rādītājs
1	Vidējais tūkstoš graudu svars (g)	50-55	Labvēlīga (1)
2	Vidējais grauda sēšanas dziļums (mm)	30-40	Vidēja (2)
3	Vidējais proteīna saturs graudā (%)	62	Labvēlīga (1)
4	Augsnes pHKCl	6,4	Labvēlīga (1)
5	Izsējas norma (sēklas uz vienu m ²)	450 - 500	Labvēlīga (1)
6	Temperatūra graudu augšanas periodā (°C)	-	Vidēja (2)
7	Nokrišņu daudzums (cm gadā)	-	Nelabvēlīga (2)
8	Augsnes apstrādes veids	Minimālā	(2)

Mainot augsnes apstrādes veidu un ieviešot minimālo augsnes apstrādes praksi ar jauno tehnikas vienību "Carrier", uzņēmums plāno paaugstināt graudaugu ražas apjomus par 5-7 % gadā. Šis lēmums balstās uz uzņēmuma vadības veiktajām analizēm un prognozēm, kas norāda uz efektivitātes uzlabošanu un līdzekļu ietaupījumu, samazinot augsnes apstrādes izmaksas. Veicot minimālo augsnes apstrādi izsējas norma tiks nedaudz palielināta.

Ņemot vērā to, ka laikapstākļu prognozēšana nākamajam gadam ir sarežģīts, teju neiespējams uzdevums, jo gan temperatūras rādītāji, gan nokrišņu daudzums ir ļoti mainīgi un atkarīgi no daudziem faktoriem, tiek veikts pieņēmums, ka temperatūras rādītāji graudaugu augšanas periodā saglabāsies vidējs, savukārt nokrišņu daudzums būs nelabvēlīgs.

Apkopotie dati par SIA "A" ražu ietekmējošo faktoru rādītājiem 2024. gadā strukturēti IBM SPSS Statistics un pievienoti izveidotajam CHAID lēmumu koku un neironu tīkla modelim, un iegūtie rezultāti apkopoti 7. attēlā.

Ražas_intervāls	Uzņēmuma_nosaukums	Gads	Grauda_svars	Sēšanas_dziļums	Sēklas_kvalitāte	Augsnes_kvalitāte
\$null\$	SIA A	2024...	Labvēlīga	Vidēja	Labvēlīga	Labvēlīga
Izsējas_norma	Temperatūra	Nokrišņi	Augsnes_apstrāde	\$N\$-Ražas_intervāls	\$NC\$-Ražas_intervāls	
Labvēlīga	Vidēja	Nelabvēlīga	Minimāla	Ļoti nelabvēlīga (1,0-1,9)	0.767	

7.attēls. Graudaugu ražas prognozēšanas rezultāti 2024. gadam (autores veidots)

Balstoties uz izveidotā prognozēšanas modeļa rezultātiem par iespējamajiem 2024. gada graudaugu ražas rādītājiem, var secināt, ka ņemot vērā zināmos iespējamajos ražu ietekmējošos faktorus 2024. gada raža ar 77 % ticamības rādītāju arī šajā gadījumā būs ļoti nelabvēlīga, tas ir, robežās 1,0 – 1,9 t/ha.

Lai paaugstinātu izveidotā modeļa prognozēšanas ticamību būtu nepieciešams daudz lielāks un daudzveidīgāks datu apjoms, kas ļautu modelim apmācīties no daudzpusīgākiem datiem, tādējādi būtiski uzlabojot prognozēšanas efektivitāti. Izveidoto lēmumu koka modeli būtu nepieciešams papildināt ar vēl citiem graudaugu ražu ietekmējošiem faktoriem, kas ļautu iegūt detalizētāku novērtējumu par iespējamo graudaugu ražu nākotnē.

Var secināt, ka balstoties uz CHAID lēmumu koka un neironu tīkla modeļa rezultātiem par SIA "A" 2024. gada iespējamajiem ražas apjomiem, kas liecina, ka ar 77 % ticamības rādītāju raža var būt ļoti nelabvēlīga (1,0-1,9 t /ha), nevar apstiprināt uzņēmuma vadības izvirzītās prognozes, ka augsnes apstrādes veida maiņa no tradicionālās uz minimālo uzlabos graudaugu ražas apjomus.

Graudkopības nozares uzņēmumu vadītājiem būtu nepieciešams katru gadu apkopot rādītājus par graudaugu ražu ietekmējošiem faktoriem un graudaugu ražas apjomiem, un, izmantojot jau apmācīto prognozēšanas modeli, kā arī balstoties uz uzņēmuma rīcībā esošajiem

datiem par nākamajiem darbības periodiem, veikt graudaugu ražas prognozi nākamajam gadam, kā rezultātā uzņēmums spētu pielāgoties mainīgajiem apstākļiem, optimizēt pieejamos resursus un veikt nepieciešamās darbības iespējamās ražas apjomu uzlabošanai.

Secinājumi

Graudaugu ražu var ietekmēt tādi faktori kā grauda svars, grauda sēšanas dziļums, sēklas kvalitāte, augsnes kvalitāte, izsējas norma, gaisa temperatūra, nokrišņu daudzums un augsnes apstrādes veids. Balstoties uz izveidoto CHAID lēmumu koku un neironu tīkla modeli ir iespējams prognozēt nākamo periodu graudaugu ražas apjomus.

Summary

Author collected the most important factors affecting grain yield and their impact indicators, as well as analyzed the application of CHAID decision trees and neural networks in the grain growing industry. The data of the organic farming companies of the Latgale region were collected on the harvest volume and the factors affecting it, based on which a decision tree and neural network prediction model was created and trained, as a result of which grain yield forecasts were made for the next periods.

Literatūras un avotu saraksts

1. Lauku tīkls (2022). *Graudkopībā viss tiek plānots par labu ražai*. <https://www.laukutikls.lv/nozares/lauksaimnieciba/raksti/graudkopiba-viss-tiek-planots-par-labu-razai>, sk. 28.10.2023.
2. Blake, J.J., Spink, J.H., Dyer, C. (2003). *Factors affecting cereal establishment and its prediction* Retrieved October, 29, 2023, from https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Research%20Papers/Cereals%20and%20Oilseed/rr51_complete_final_report.pdf
3. Kazlauska, D. (2022). *Kā izvēlēties piemērotāko sēklas materiālu*. <https://www.saimnieks.lv/raksts/ka-izveleties-piemerotako-seklas-materialu>, sk. 30.10.2023.
4. NicheAgriculture [n.d.]. *How Rainfall Affects Crop Health*. Retrieved November, 11, 2023, from <https://www.nicheagriculture.com/how-rainfall-affects-crop-health/>
5. Liliane, T.N., Charles, M.S. (2019). *Factors Affecting Yield of Crops*. Retrieved October, 29, 2023, from <https://www.intechopen.com/chapters/70658>
6. Gaile, Z. [n.d.]. *Augsnes apstrādes veidi un augsnes apstrādes sistēmas*. https://www.lbtu.lv/sites/default/files/files/lapas/Augsnes_apstrades_veidi.pdf, sk. 30.10.2023.
7. Kreišmane, S., Popluga, D., Naglis-Liepa, K., Lēnerts, A. (2019). *Augsnes auglības uzlabošana saimniecību ienesīgumam un labvēlīgākam klimatam*. <https://www.saimnieks.lv/raksts/augsgnes-auglibas-uzlabosana-saimniecibu-ienesigumam-un-labveligakam-klimatam>, sk. 30.10.2023.
8. Vaderstad [b.g.]. *Tradicionālā augsnes apstrāde*. <https://www.vaderstad.com/lv/zini-ka/ausgnes-sagatavosana/tradicionala-ausgnes-apstrade/>, sk. 30.10.2023.
9. Vaderstad [b.g.]. *Minimālā augsnes apstrāde*. <https://www.vaderstad.com/lv/zini-ka/ausgnes-sagatavosana/minimala-ausgnes-apstrade/>, sk. 30.10.2023.
10. Vaderstad [b.g.]. *Tiešā sēja*. <https://www.vaderstad.com/lv/zini-ka/ausgnes-sagatavosana/tiesa-seja/>, sk. 30.10.2023.
11. Melece, L. (2020). *Augsnes apstrādes tehnoloģijas*. https://www.arei.lv/sites/arei/files/files/projects/EIP_sanaksme_4.03.2020._AREI_LMelece_Augsnes%20aps trade.pdf, sk. 30.10.2023.
12. Kazlauska, D. (2022). *Kā izvēlēties piemērotāko sēklas materiālu*. <https://www.saimnieks.lv/raksts/ka-izveleties-piemerotako-seklas-materialu>, sk. 30.10.2023.
13. Narayanan, S. (2018). Effects of high temperature stress and traits associated with tolerance in wheat. *Open Access Journal of Science*, Vol.2, Issue 3, p.177-186. Retrieved October, 29, 2023, from <https://doi.org/10.15406/oajs.2018.02.00067>
14. Gammans, M., Merel, P., Ortiz-Bobea, A. (2017). Negative impacts of climate change on cereal yields: statistical evidence from France. *Environmental Research Letters*, Vol. 12, Issue 5. Retrieved October, 29, 2023, from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa6b0c>
15. Centrālā statistikas pārvalde (2023). *Lauksaimniecības kultūraugu sējumu kopražs un vidējā ražība – Kultūraugi, Rādītājs un Laika periods*.

- https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START__NOZ__LA__LAG/LAG020/table/tableViewLayout1/,sk.28.10.2023
16. Java [n.d.]. *Crop Yield Prediction Using Machine Learning*. Retrieved November, 02, 2023, from <https://www.javatpoint.com/crop-yield-prediction-using-machine-learning>
 17. Sreerama, A., Sagar, B.M. (2020). A Machine Learning Approach to Crop Yield Prediction. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 07, Issue 05. Retrieved October, 31, 2023, from <https://www.irjet.net/archives/V7/i5/IRJET-V7I51246.pdf>
 18. Burhan, H.A. (2022). *Crop yield prediction by integrating meteorological and pesticides use data with machine learning methods: an application for major crops in turkey*. Retrieved October, 31, 2023, from <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2558217>
 19. Ramzai, J. (2020). *Simple guide for Top 2 types of Decision Trees: CHAID and CART*. Retrieved November, 23, 2023, from <https://towardsdatascience.com/clearly-explained-top-2-types-of-decision-trees-chaid-cart-8695e441e73e>
 20. Wells, C. (2023). *A guide to CHAID: a decision tree algorithm for data analysis*. Retrieved November, 23, 2023, from <https://www.adience.com/blog/how-to-a-guide-to-chaid-a-decision-tree-algorithm-for-data-analysis/>
 21. Khaki, S., Wang, L. (2019). *Crop Yield Prediction Using Deep Neural Networks*. Retrieved October, 31, 2023, from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00621/full>
 22. Sadenova, M., Beisekenov, N., Varbanov, P.S., Pan, T. (2023). Application of Machine Learning and Neural Networks to Predict the Yield of Cereals, Legumes, Oilseeds and Forage Crops in Kazakhstan. *Agriculture*, Vol. 13, Issue, 6. Retrieved October, 31, 2023, from <https://doi.org/10.3390/agriculture13061195>

STRENGTH OF FIBER CONCRETE DEPENDING ON SYNTHETIC FIBER CONCENTRATION

ŠĶIEDRBETONA STIPRĪBA ATKARĪBĀ NO SINTĒTISKO ŠĶIEDRU KONCENTRĀCIJAS

Author: **Inguss Sutins**, e-mail: is20081@edu.rta.lv
Scientific supervisor: **Edgars Zaicevs, Mg.sc. ing., lecturer**,
e-mail: edgars.zaicevs@rta.lv
Rezekne Academy of Technologies, Atbrivosanas aleja 115, Rezekne, Latvia

Abstract. Concrete is one of base materials for nowadays constructions and it is important to understand its capabilities to ensure safety and longevity of construction. To enhance the properties of concrete, fibers are used. These fibers increase both tensile strength and durability, prevents cracking and extends lifespan of concrete. In this paper we will look at concrete tensile strength using scrap polymer fibers from sailing rope manufacturer.

Keywords: Synthetic fiber, Reinforced concrete, tensile strength, three-point bending.

Introduction

Concrete is a fundamental building material thanks to its valuable properties. Heat resistance, affordability and ability to withstand compression makes this material very popular and useful in many constructions all over the world. The main weaknesses of concrete is brittleness, weak tensile strength and low crack resistance leading to a drop in the fracture strength once cracking has started [1].

Fiber Reinforced Concrete (FRC) is a concrete containing fibrous material which increases its structural integrity. It contains short discrete fibers that are uniformly distributed and randomly oriented [2]. FRC, in general, offer improved tensile strength, flexural toughness, impact strength, energy absorption, and crack control compared to plain concrete [3].

The material of choice for reinforcement has been and remains to be steel [4]. But it has some downsides, like corrosion when it meets with aggressive environment [5]. On the other hand, synthetic fibers are immune to corrosion and have low thermal conductivity [6].

This research will investigate how much concentration of synthetic fibers in concrete mixture affects its tensile strength.

Materials and methods

Fibers dimensions: thickness of 0.4 mm, 1 mm wide and 42mm long. Plastic fibers were taken from scrap sailing rope string. These are Polypropylene/Polymethyl blend fibers, where 75% is polypropylene (PP) and 25% Polymethyl (PM).

“Sakret BE” concrete mixture was chosen due to its simplicity of work and good repeatability of sample making. To make concrete using this mixture, only water and fibers should be added.

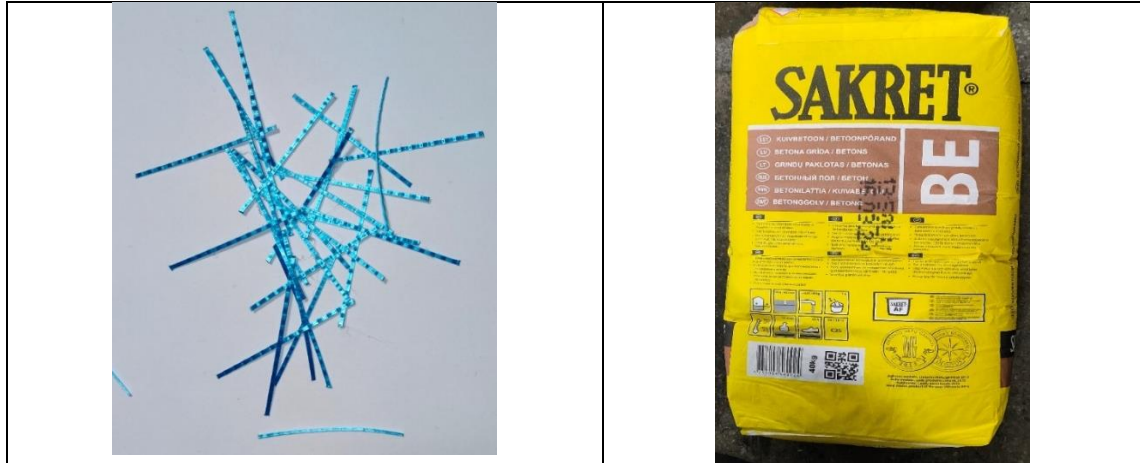


Fig. 1 Plastic Fibers

Fig. 2 Concrete mixture

The most important parameter for this study is concentration of fibers.

Dimensions of mold is 60 (W) x 60 (H) x 270 (L) mm and knowing desired amount of fibers measured by kg/m^3 it is possible to calculate the mass of fibers which should be added to sample. For calculations is used following formula:

$$\text{Fiber mass (kg)} = \text{fiber concentration} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times \text{mold volume (m}^3) \quad (1)$$

If desired fiber concentration is 2 kg/m^3 and mold volume is $0,000972 \text{ m}^3$, then in this case, added fiber mass should be 1,94 grams.

Desired concentrations and fiber weight per sample is shown in Table 1.

Table 1.

Fiber mass for desired concentration

concentration (kg/m^3)	Fiber mass (g)
2	1,94
5	4,86
8	7,78

This experiment consists of 4 fiber concentrations which is: plain concrete without fibers, 2 kg/m^3 , 5 kg/m^3 and 8 kg/m^3 . For each of them will be made and measured 3 samples.

Sample preparation

This section will detail the process of preparing samples used for testing strength of fiber concrete.

1. Prepare fibers.
2. Using scale with accuracy of 0,01mm to measure weight of fibers for each sample group.
3. Measure Empty Mold Weight.
4. Mix Concrete with Water.
5. Fill Molds and Weigh.
6. Calculate Plain Concrete Weight for One Sample.

- *Subtract the weight of the empty mold (step 3) from the weight of the filled mold (step 5). This difference represents the weight of the plain concrete for one sample.*
7. Measure Concrete for Fiber-Reinforced Mix.
 - *Weigh out three times the amount of plain concrete weight calculated in step 6 and pour it in separate container for mixing.*
 8. Add Fibers While Mixing.
 - *While mixing the concrete, gradually add the pre-measured fibers for one sample group. This makes better dispersion and minimizes fiber clumping.*
 9. Pour Fiber-Reinforced Concrete into molds and lightly tap it on the ground to let air bubbles leave concrete.
 10. Clean mixing container and repeat from step 7 for rest of sample groups.



Fig. 3. Samples ready to cure

After concrete has been cured for 48h, it could be freed from mold and continue curing for next 8 days.

Results

The testing is performed on “Zwick/Roell Z150” material testing machine which can provide 150 kN of force applied to test sample.



Fig. 4. Testing setup

For testing is used three-point bending test where lower points are 220mm apart from each other. Testing speed are 10mm/s and test end conditions are:

- Actual force is less than 80% of maximal force achieved at test.
- Deformation more than 20mm.

The study measures the maximal force and maximal deformation of concrete samples. For all tested samples the test end factor was force drop more than 80%.

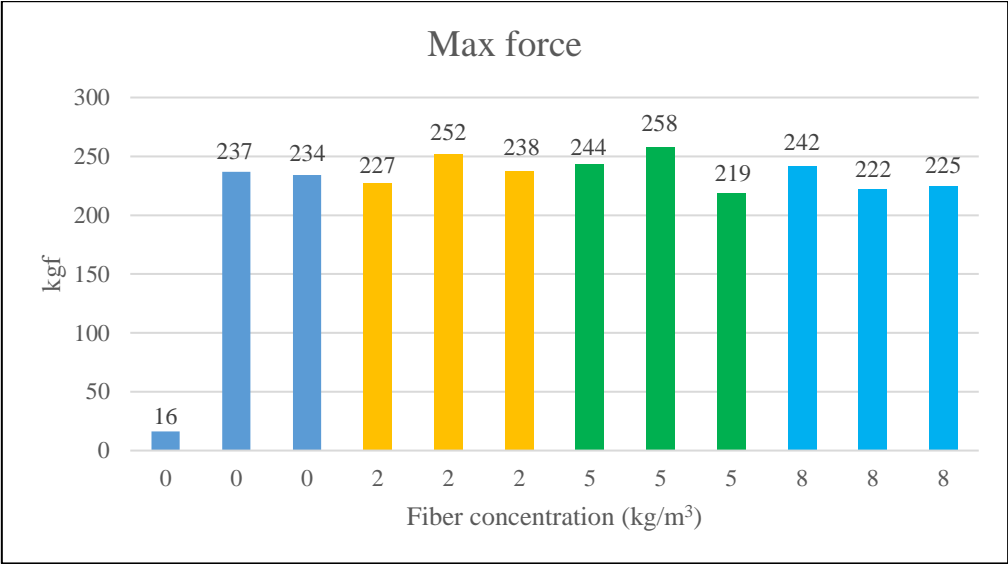


Chart 1. Maximal force for each sample.

One sample of three from plain concrete group was unsuccessfully tested and further it will not be considered. The graph reveals that maximal force remains relatively constant across all fiber concentrations, meaning that while synthetic fibers enhance post-cracking behavior, they do not significantly affect the concrete ability to withstand initial peak forces.

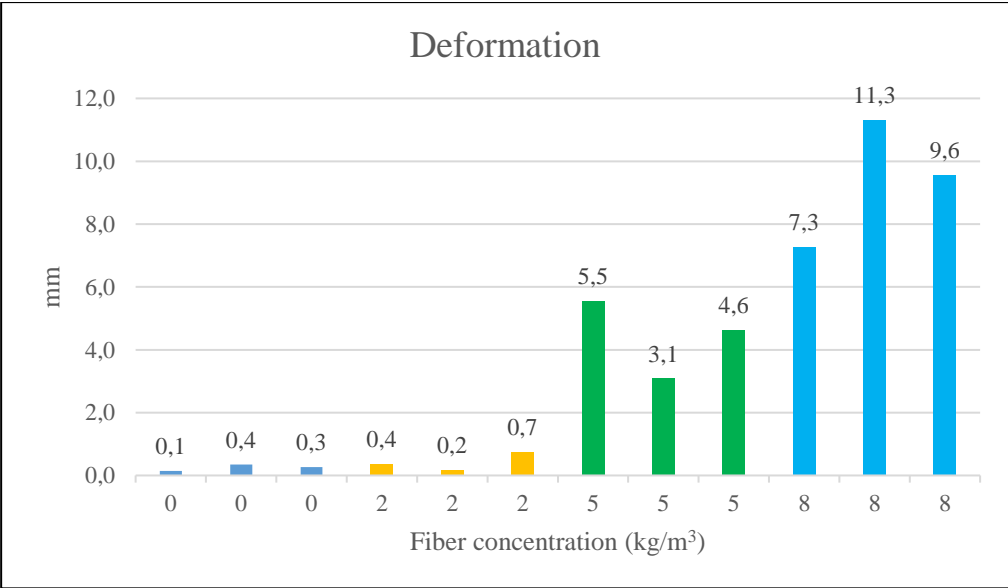


Chart 2. Maximal deformation for each sample.

This bar graph (*Chart 2*) correlates increased fiber content with greater deformation, indicating improved flexibility. Samples with 8 kg/m³ fiber exhibit the highest deformation, demonstrating significant enhancements in energy absorption and crack resistance.

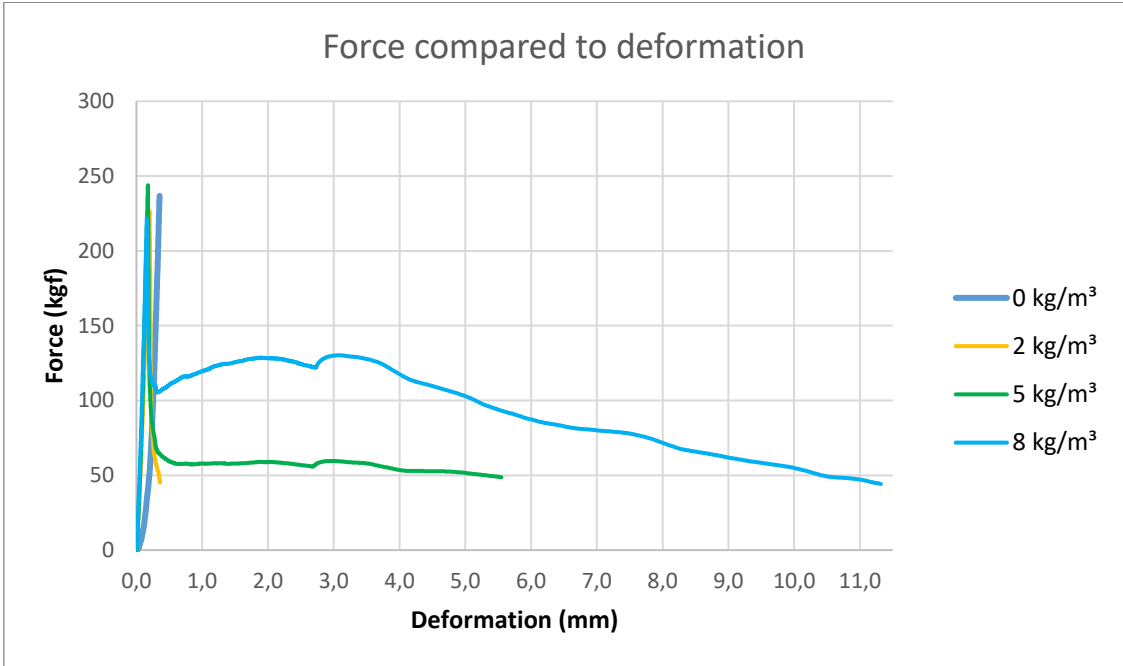


Chart 3. Force compared to deformation.

On Chart 3 we can better observe tendency of increased force endurance based on measuring devices travel distance. Also, distance traveled by 8 kg/m³ fiber concentration is double compared to 5 kg/m³. Average force after the concrete has cracked for 8 kg/m³ is 106 kgf and for 5 kg/m³ is 59 kgf. Unfortunately for 2 kg/m³ test end conditions was met too soon to compare it to the rest fiber concentrations, but in the graph we can see that yellow line has started to stay horizontal.



Fig. 5. Cross-section of sample

Results and discussion

Based on the end results, all of samples sustained approximately 236 kgf force. This shows that maximal force is not affected by amount of fibers in concrete. When the fiber concentration was increased from 5 kg/m³ to 8 kg/m³, the post-cracking force resistance

increased by 55.6%. This also is shown as the deformation at 8 kg/m³ was 11,31 mm compared to 4,62 mm at 5 kg/m³, indicating improved flexibility.

Summary

This study examines the impact of synthetic fiber concentrations on the mechanical properties of concrete, focusing on post-cracking behavior through three-point bending tests. Results indicate that while maximum force resistance remains constant across varying fiber levels, deformation characteristics improve significantly with higher fiber concentrations. Specifically, increasing fiber content from 5 kg/m³ to 8 kg/m³ enhances post-cracking force resistance by 55.6%, demonstrating the fiber role in enhancing flexibility. In conclusion, higher fiber concentrations can substantially improve concrete performance offering valuable insights for designing more resilient concrete structures.

Acknowledgment

Credits. I would like to express my sincere gratitude to Ēvalds Andžāns and Natalja Geisari for providing the materials and their continued support throughout this study.

Bibliography

1. Shahzad Ashraf, Magdalena Rucka, Microcrack monitoring and fracture evolution of polyolefin and steel fibre concrete beams using integrated acoustic emission and digital image correlation techniques, *Construction and Building Materials*, Volume 395, 2023, 132306, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132306>.
2. Ravikumar, C & Ramasamy, V. & Thandavamoorthy, T. (2015). Effect of Fibers In Concrete Composites. *International Journal of Applied Engineering Research*. 10. 419-430.
3. Santosh Mishra, Roman Wan-Wendner, Clementina Del Prete, Claudio Mazzotti, Nicola Buratti, Numerical study on the behavior of polypropylene fiber reinforced concrete subjected to moderate temperature variations using LDPM theory, *Construction and Building Materials*, Volume 417, 2024, 135424, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.135424>.
4. Rahim Sabouni, Abdul. 'Advances in Reinforced Concrete Integrity and Failure'. *Civil Engineering*, IntechOpen, 6 Nov. 2023. Crossref, doi:10.5772/intechopen.1002247.
5. Bilek, Vlastimil, et al. 'Comparison of Properties of Concretes with Different Types and Dosages of Fibers'. *Proceedings of the 2nd Czech-China Scientific Conference 2016*, InTech, 1 Feb. 2017. Crossref, doi:10.5772/66804.
6. Meza, A.; Pujadas, P.; Meza, L.M.; Pardo-Bosch, F.; López-Carreño, R.D. Mechanical Optimization of Concrete with Recycled PET Fibres Based on a Statistical-Experimental Study. *Materials* **2021**, *14*, 240. <https://doi.org/10.3390/ma14020240>

PHENOLIC CONTENT OF PEPPERMINT *MENTHA PIPERITA* AND LEMON BALM *MELISSA OFFICINALIS* WHEN GROWN IN AN URBAN GARDEN

FENOLU SATURS PIPARMĒTRU MENTHA PIPERITA UN CITRONMELISAS MELISSA OFFICINALIS AUGOS, AUDZĒJOT TOS URBĀNAJĀ DĀRZĀ

Author: **Agnese Tripane**, e-mail: tripane10@inbox.lv

Scientific supervisor: **Kintija Pekša, Mg.agr.**, e-mail: kintija.peksa@malnavaskoledza.lv
LBTU Malnavas koledža

Kļavu iela 17, Malnava, Malnavas pag., Ludzas novads

Abstract. *Within the framework of the LBTU Malnava College project "The influence of growing conditions on ornamental plants", a study was conducted, the aim of which was to evaluate the influence of the sky on the growth of ornamental plants and herbs and the phenolic content of mint and lemon balm leaves when grown in an urban garden. According to the obtained results, it was concluded that the differences in phenol content are more significant only for mint and this difference can be influenced not only by the fact that the plants were grown in an urban environment, but also .by many other factors such as climate, fertilization, soil composition, precipitation, etc*

Keywords: *urban garden, phenols, peppermint, lemon balm.*

Ievads

Tējas, tai skaitā piparmētru un citronmelisas satur dažādu līmeņu fenola savienojumus, tostarp fenola skābes, flavonoīdus un tanīnus, kas veicina tās garšu, aromātu un potenciālos ieguvumus veselībai.

Pētījumu rezultāti liecina, ka fenola savienojumi tējā var piedāvāt dažādus ieguvumus veselībai, tostarp antioksidantu, pretiekaisuma un potenciālu kardioprotektīvu iedarbību. Tomēr specifiskā ietekme uz veselību var būt atkarīga no tādiem faktoriem kā individuāla vielmaiņa, kopējais uzturs un dzīvesveids.

Ideja par augu audzēšanas eksperimentu pilsētvidē Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes aģentūras "Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes Malnavas koledža" (turpmāk tekstā - LBTU Malnavas koledža) docētājiem un īsā cikla augstākās profesionālās izglītības studiju programmu "Uzņēmējdarbība lauksaimniecībā" un "Augkopība" studentiem tapa sadarbībā ar Rēzeknes pirmsskolas izglītības iestādes "Rūķītis" (turpmāk tekstā PII "Rūķītis") vadītāju, kas jauniešiem - topošajiem lauksaimniecības virziena speciālistiem piedāvāja iestādes teritorijā veikt puķu dobju ierīkošanas projektu un pētīt kā mainās fenolu saturs augu lapās, ja tos audzē pilsētvidē.

Kopumā urbānā dārzkopība piedāvā plašu priekšrocību klāstu, kas veicina vides ilgtspējību, kopienas labklājību un indivīda veselību un laimi. Atbalstot pilsētas dārzkopības iniciatīvas un piedaloties tajās, cilvēki var dot ieguldījumu veselīgāku, dinamiskāku un noturīgāku pilsētu veidošanā.

Pētījuma mērķis

Projekta inovatīvo raksturu veidoja ideja par urbānā dārza eksperimentu, iespēju robežās garšaugu integrējot dekoratīvo augu dobē. Izveidojot urbānā dārza pētījuma bāzi Rēzeknes PII "Rūķītis" teritorijā, pētījuma mērķis - izvērtēt debespūšu ietekmi uz dekoratīvo augu un garšaugu augšanu un pamatot dekoratīvo augu un garšaugu integrēšanas iespēju pilsētvides objekta teritorijā un pētīt kā mainās fenolu saturs augu lapās, ja tos audzē pilsētvidē salīdzinot ar datiem literatūrā

Materiāli un metodes

Ikviens augu audzētājs ir ieinteresēts, iegūt augstu kvalitāti gan attiecībā uz ražu, gan augu dekoratīvo izskatu. Lai sasniegtu šo mērķi, ir jāveic pareiza, ekonomiski un agronomiski pamatota mēslošana, ko nav iespējams nodrošināt bez zināšanām par augsnes agroķīmiskajiem rādītājiem. Lai noteiktu augsnes mēslojuma vajadzības un izvēlētos atbilstošus augus, projektā tika veikta augsnes agroķīmiskā izpēte (1.tabula).

1.tabula

Pētījuma vietas augsnes agroķīmiskie rādītāji (autoru veidota)

Rādītājs	Vērtība
Augsnes veids	Pv
Granulometriskais sastāvs	mS
Organisko vielu saturs, %	5,7
Augsnes reakcija, pHKCL	7,5
Kustīgā fosfora saturs (mg/kg)	141
Kustīgā kālija saturs (mg/kg)	73

Analizējot augsni izmēģinājumu vietā var secināt, ka granulometriskais sastāvs ir mālsmilts- pozitīvais šāda tipa augsnei – labi laiž cauri ūdeni, tāpēc tādā augsnē nekad nestāvēs lieks ūdens. Taču līdz ar ūdeni ātri izskalojas arī barības vielas, augsne ātri izžūst, un tā ir ļoti bieži jālaista. Organisko vielu saturs vērtējams kā augsts, taču svarīgi, lai kultūraugu izvietojums un agrotehnika būtu tāda, lai novērstu strauju organisko vielu satura samazināšanos augsnē. Augsnes reakcija vērtējama kā normāla un augsne nav jākaļķo, šādā augsnē labi augs lielākā daļa augu. Fosfora saturs augsnē vērtējams kā vidējs, kālija daudzums kā zems. Regulāri mēslojot kultūraugus, jāuztur esošajā līmenī fosfora un kālija saturs augsnē. Iegūtie agroķīmiskie rādītāji ir viens no kritērijiem, kas noteica dekoratīvo augu un garšaugu izvēli.

Kopējais fenolu saturs piparmētru un citronmelisas lapu paraugos tika noteikts spektrofotometriski, lietojot Folīna-Čokalti reaģentu. Katrs analizējamais paraugs tika šķīdināts destilētā ūdenī un filtrēts. Šķīdumi sajaukti ar 0.2 N Folīna-Čokalti reaģentu. Pēc 5 minūtēm pievienots nātrija karbonāta šķīdums. Pēc 2 h sagatavoto paraugu uzglabāšanas istabas temperatūrā tiek mērīta šķīdumu gaismas absorbcija, kā salīdzināšanas šķīdumu izmantojot destilētu ūdeni. Izmantots 760 nm liels gaismas viļņa garums (Kaškoniene, 2009; Wabaidur et al., 2020; Augšpole et al., 2018).

Projekta pētījuma īstenošanā un rezultātu apkopošanā tika izmantotas arī vispārzinātniskās pētīšanas metodes: datu ieguve, analītiskā, aprakstošā.

Uzsākot projekta īstenošanu, tika veikta atbilstošu literatūras avotu izpēte, veidojot tā teorētisko pamatojumu.

Rezultāti un to izvērtējums

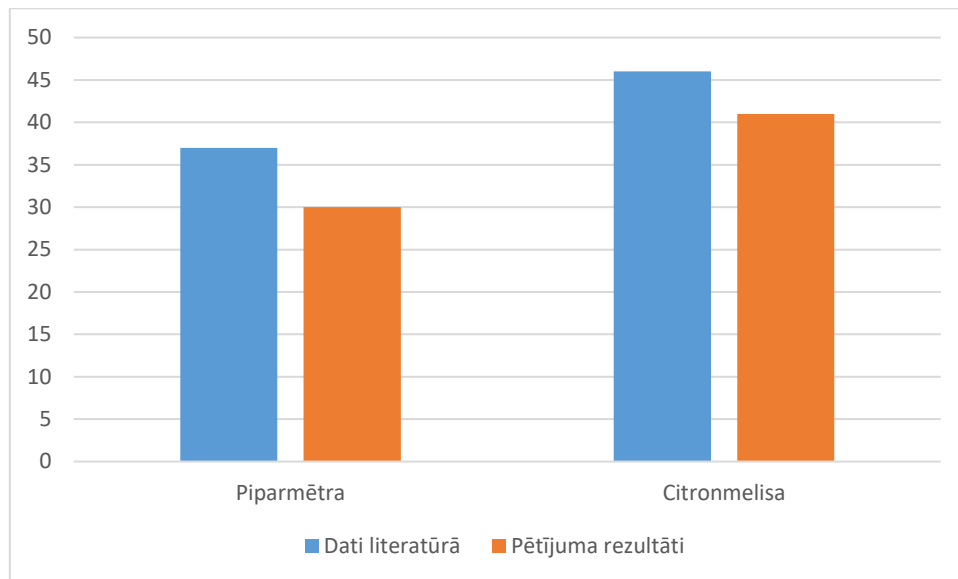
Urbanā lauksaimniecība piedāvā inovatīvus risinājumus pārtikas ražošanai, ilgtspējīgai attīstībai un pilsētu iedzīvotāju iesaistei lauksaimniecības procesos. Cilvēki bieži izmanto savus balkonus vai pagalmus, lai izveidotu mazus personīgus dārzus. Tas ir veids, kā racionāli tiek izmantota ierobežotu platību, nodrošinot iespēju audzēt svaigus produktus vai radīt estētisku vidi. Arī LBTU Malnavas koledžas pētījumu projektā tika apvienoti estētiskums un praktiskums: tika izveidota pievilcīga vide un izaudzēti pārtikā lietojami augi – piparmētra (*Mentha piperita*) un citronmelisa (*Melissa officinalis*).

Kā zināms, dažādu fenolu savienojumu saturs lielā mērā nosaka pārtikas produktu antioksidatīvās īpašības. Antioksidanti piedalās daudzu cilvēka ķermeņa funkciju kontrolēšanā Oksidācijas procesa rezultātā cilvēka organismā veidojas brīvie radikāļi. Šie radikāļi ir svarīgi

elpošanas un vielmaiņas procesa nodrošināšanai. Tie iznīcina arī svešās baktērijas. Tomēr, ja ķermenī antioksidantu aktivitāte ir zema, brīvie radikāļi var veidoties pārmērīgā daudzumā un radīt medicīniskas problēmas. Vienlaikus antioksidanti kontrolē brīvo radikāļu veidošanos organismā (Augšpole et al., 2012). Dabisko antioksidantu lietošana ir saistīta ar aizsargājošu iedarbību pret daudzām slimībām, piemēram, sirds un asinsvadu slimībām, aptaukošanos, urīnceļu slimībām, vēzi un citām (Klavins et al., 2017)

Kopējais fenolu daudzums augu lapās, mg g⁻¹ (Büyükbacı, Nefir, 2008; Moraes-de-Souza R.A et.al., 2007)

1.attēls



Attēlā redzami dati par kopējo fenolu daudzumu piparmētru un citronmelisas lapās, var redzēt, ka citos pētījumos fenolu saturs bija nebūtiski augstāks un audzējot pilsētvidē tas ir zemāks, ir vairāki faktori, kas to varētu ietekmēt. Pētījumos, kas tika veikti citās valstīs tie tika veikti lauku vidē, taču LBTU Malnavas koledžas pētījums tika veikts pilsētvidē, taču ir arī citi faktori, kas var ietekmēt, piemēram, augu suga, kā redzams attēlā citronmelisas lapās kopējais fenolu saturs ir būtiski augstāks.

Saimniekošanas prakse, tostarp mēslošana, apūdeņošana un kaitēkļu ierobežošana, var ietekmēt fenolu saturu lapās. Piemēram, bioloģiskās audzēšanas metodes var izraisīt augstāku noteiktu fenola savienojumu līmeni, salīdzinot ar tradicionāli audzētiem augiem. Arī vides faktori, piemēram, klimats, augstums, augsnes sastāvs un nokrišņi, var ietekmēt fenola saturu tējā. Piemēram, tējas augi, kas audzēti lielākā augstumā vai vēsākā klimatā, var radīt augstāku noteiktu fenola savienojumu līmeni, reaģējot uz vides stresa faktoriem (Olszowy, 2019)

Secinājumi

Piparmētra un citronmelisa ir augi, kurus var veiksmīgi integrēt urbānajā dārzā. Iegūtie rezultāti liecina, ka audzējot garšaugus lauku vidē fenolu saturs ir nebūtiski augstāks. Pēc iegūtajiem rezultātiem tika secināts, ka fenolu satura atšķirības ir būtiskākas tikai piparmētrām un šo atšķirību var ietekmēt ne tikai tas, ka augi tika audzēti pilsētvidē, bet arī daudzi citi faktori kā klimats, mēslošana, augsnes sastāvs, nokrišņi u.c.

Summary

Within the framework of the LBTU Malnava College project "The influence of growing conditions on ornamental plants", a study was conducted, the aim of which was to evaluate the

influence of the sky on the growth of ornamental plants and herbs and the phenolic content of mint and lemon balm leaves when grown in an urban garden.

During the development of the study, data available in the literature were compared on the phenolic content of plant leaves and their changes when these plants are grown in an urban environment. Analyzes of soil samples were also performed, after which the granulometric composition of the soil, soil reaction, amount of organic matter and amount of macrolelements (phosphorus and potassium) were determined. Herbs were sampled (leaves) to determine the amount of phenols in them.

According to the obtained results, it was concluded that the differences in phenol content are more significant only for mint and this difference can be influenced not only by the fact that the plants were grown in an urban environment, but also by many other factors such as climate, fertilization, soil composition, precipitation, etc.

Pateicība

Pētījums izstrādāts projekta “Augšanas apstākļu ietekme uz dekoratīvajiem augiem” ietvaros, kas tika pieteikts un atbalstīts LBTU Malnavas koledžas pētniecības projektu konkursā

Izmantotā literatūra

1. Augšpole I., Dūma M., Ozola B. (2018). Bioactive compounds in herbal infusions. *Agronomy Research*, Vol. 16(SI2), p. 1322–1330
2. Büyükbacı A., Nefir S. (2008). Determination of In Vitro Antidiabetic Effects, Antioxidant Activities and Phenol Contents of Some Herbal Teas. *Plant Foods Hum Nutr* 63:27–33
3. Kaškoniene V., Maruška A., Kornjšova O., Charczun N., Ligor M., Buszewski B. (2009). Quantitative and qualitative determination of phenolic compounds in honey. *Chemine Technologija*, Vol. 3(52), p. 74–80.
4. Klavins L., Kvišis J., Klavins M. (2017). Comparison of methods of extraction of phenolic compounds from American cranberry (*Vaccinium macrocarpon* L.) press residues. *Agronomy Research*, Vol. 15(S2), p. 1316–1329.
5. Moraes-de-Souza R.A., Oldoni, T. L. C., Regitano-d'Arce, M. A. B., Alencar, S. M.(2007). Antioxidant activity and phenolic composition of herbal infusions consumed in Brazil. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 6(1) 41-47
6. Wabaidur S.A., Obbed M.S., Alothman Z.A., Alfariš N.A., Badjah-Hadj-Ahmed A.Y., Siddiqui M.R., Altamimi J.Z., Aldayel T.S. (2020). Total phenolic acids and flavonoid contents determination in Yemeni honey of various floral sources: Folin–Ciocalteu and spectrophotometric approach, *Food Science and Technology (Campinas)*, Vol. 40(24), [Tiešsaiste] [skatīts: 2024. g. 5. apr.]. Pieejams: <https://doi.org/10.1590/fst.33119>.
7. Olszowy M. (2019). What is responsible for antioxidant properties of polyphenolic compounds from plants? *Plant Physiology and Biochemistry*, Vol. 144, p. 135–134.

MĀKSLĪGĀ INTELEKTA IETEKME UZ UZŅĒMUMU VIZĪTKARTES LAPAS VEIDOŠANU

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON BUSINESS HOMEPAGE CREATION

Autors: **Jānis Trubovičs**, e-pasts: jt20029@edu.rta.lv
Zinātniskā darba vadītājs: **Sergejs Kodors**, e-pasts: sergejs.kodors@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijas Inženieru fakultāte
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *This work examines the evolution of website development for business, highlighting the shift from complex, outsourced processes to artificial intelligence solutions. Initially, the development of websites required technical expertise from specialized IT companies. With the development of technology, AI-powered tools such as Wix and Squarespace now allow businesses to easily create their own 'business card' websites. The study looks at a number of AI-based platforms, including Wix and Squarespace. This work benefits society by democratizing the creation of websites and fostering a more efficient and dynamic digital ecosystem, boosting economic development and enabling entrepreneurs to succeed in the online marketing.*

Keywords: *artificial intelligence, entrepreneurship, online marketing, website development,*

Ievads

Attīstoties informācijas tehnoloģijām, uzņēmējiem ir parādījušās jaunas iespējas sava brenda atpazīstamības veicināšanai izmantojot digitālo mārketingu un viena no biežāk pielietotajām ir savas zīmola mājaslapas veidošana kā uzņēmuma “vizītkarte”.

Digitālais mārketingu ļauj uzņēmējiem mijiedarboties ar klientiem, un lietotājiem ir iespēja meklēt informāciju, produktus un servisu. Tas arī dod iespēju uzņēmumiem paplašināt klientu loku [1].

Mājaslapas izveidošana sākotnēji bija sarežģīts process, kas prasīja specifiskas zināšanas, tai skaitā HTML, CSS, JavaScript un citās izstrādes tehnoloģijās, kuras visbiežāk nezināja uzņēmuma darbinieki. Dēļ tā nācās pasūtīt mājaslapas izstrādi no IT uzņēmumiem, kas tieši specializējas dotajā jomā. Šis process nebija lēts, kā arī ātrs dēļ cilvēka individuāla darba.

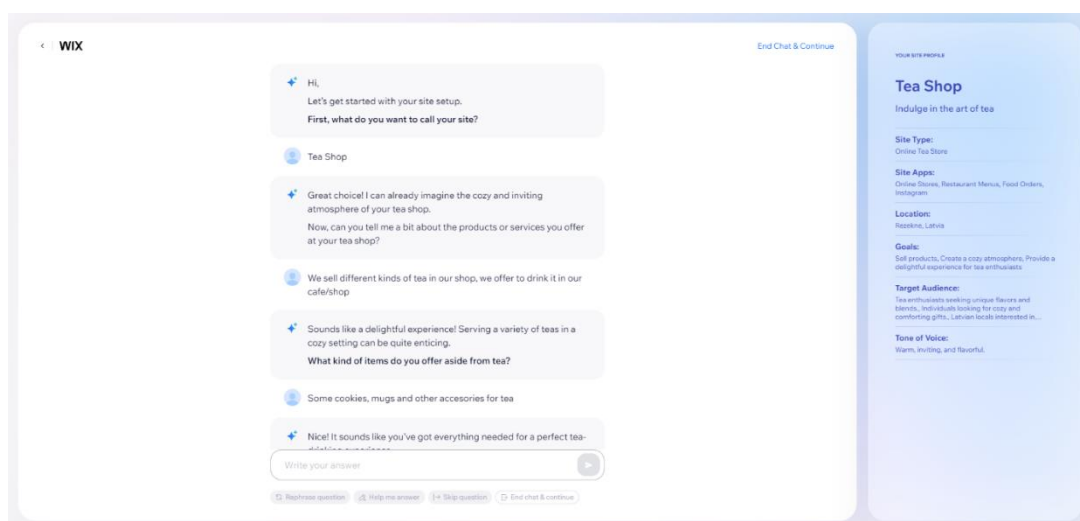
Tehnoloģijām turpinot attīstīties, ir parādījušies daudzi risinājumi, tai skaitā arī mājaslapas tiek veidotas, pielietojot mākslīgā intelekta palīdzību, kas palīdz tās veidot pēc konstruktora tipa, kā arī ir iespēja pilnvērtīgi pašam mijiedarboties ar mākslīgo intelektu kā ChatGPT tās veidošanai. Šie risinājumi daudzos gadījumos varētu palīdzēt uzņēmumiem pašiem izveidot savu “vizītkarti” bez palīdzības no ārpusē un līdzekļu tērēšanas, kuru var būt ļoti ierobežots daudzums. Mūsdienās vienkāršas tīmekļa vietnes izstrādes cena var būt no 350 Euro (2024) [2], klāt ir ikgadēja vai ikmēneša domēna un uzturēšanas izmaksas aptuveni 50 Euro gadā (2024) [3].

Šī pētījuma ietvaros tiks izmēģināti vairāki publiski pieejami risinājumi, kas ir balstīti uz mākslīgā intelekta, vienkāršas mājaslapas “vizītkartes” izveidošanai.

Materiāli un metodes

Rīki tiks salīdzināti pēc mājaslapas izstrādes ātruma un izmaksām to uzturēšanā.

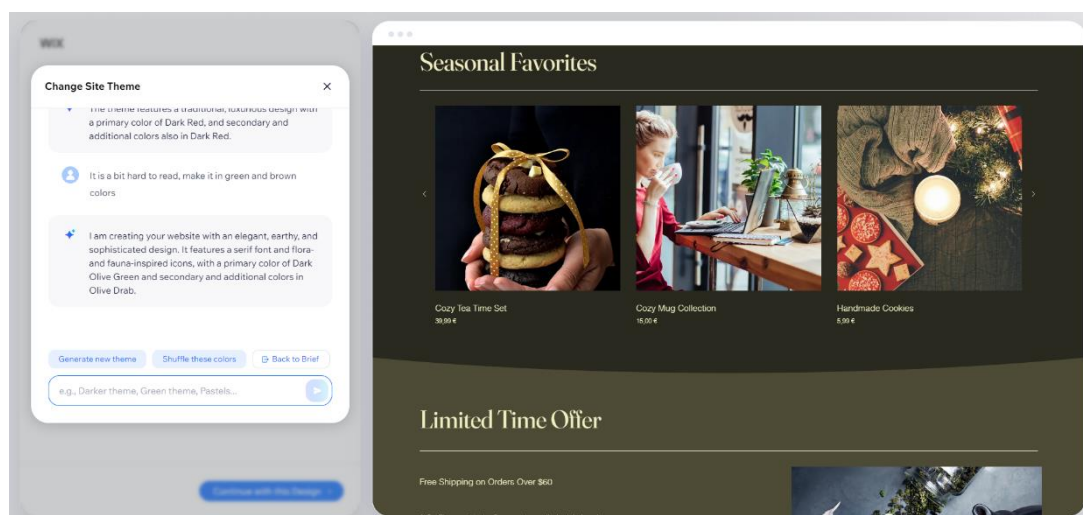
WIX [4] ir serviss mājaslapas izstrādei, kas balstās uz mākslīgā intelekta izmantošanas. Uzreiz pēc reģistrācijas sākas dialogs ar mākslīgo intelektu caur tēršanās robota palīdzību (skat. 1. attēlu), kur tas prasa pamata informāciju vajadzīgo mājaslapas aprakstam un saturam.



1. attēls. Dialogs ar mākslīgo intelektu

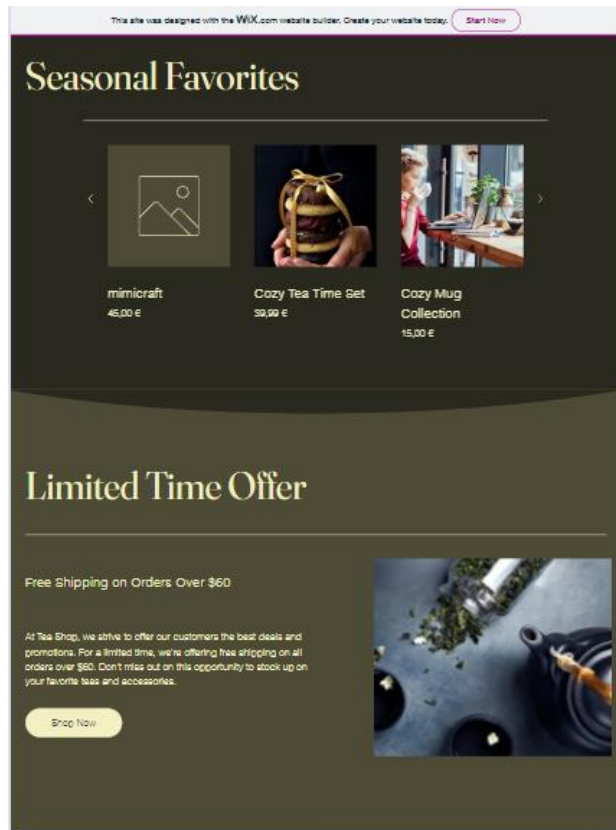
Pēc vajadzīgo datu ievades atveras mājaslapas panelis ar lielu daudzumu dažādu uzstādījumu mājaslapas vajadzībām, kur var gan pievienot savu personīgo domēnu, aprakstīt piegādes iespējas, pievienot un rediģēt mājaslapā pieejamos produktus, kā arī iestatīt apmaksas veidus.

Mājaslapas vizuālās daļas veidošana notiek tam paredzētajā sadaļā. To atverot, mākslīgais intelekts, izmantojot sākotnēji ievadītos datus, sāk pats veidot visu mājaslapas dizainu un funkcionalitāti. Viss process notiek aptuveni 1-2 minūtes. Rezultātā serviss attēlo mājaslapas uzmetumu, kuru šajā posmā var rediģēt, sazinoties čatā ar mākslīgo intelektu (skat. 2. attēlu).



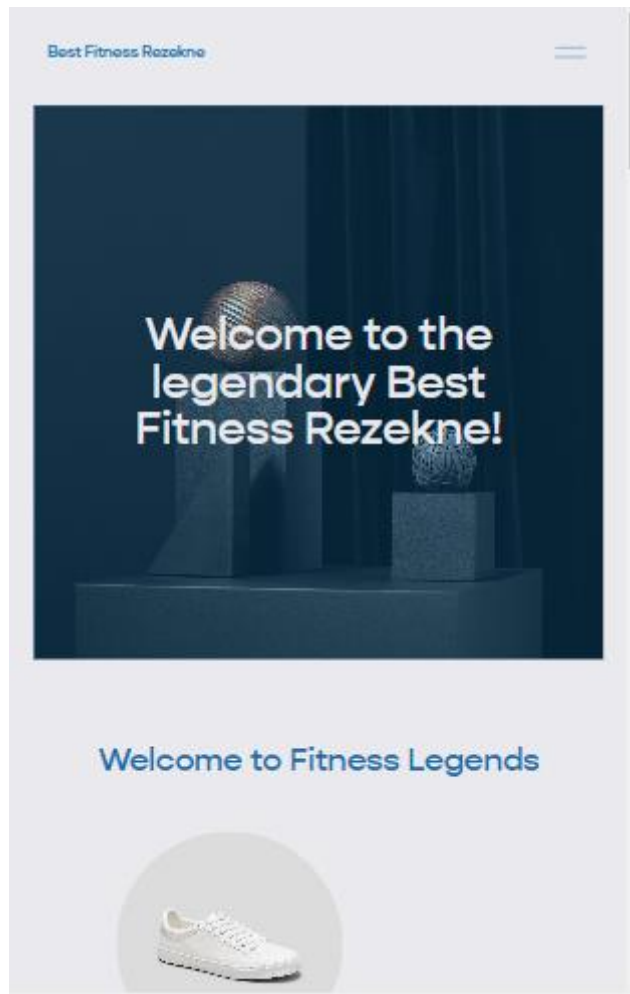
2. attēls. Lapas izskata labošana, izmantojot “čatu” ar MI

Apstiprinot mājaslapa dizainu, tai turpmāk var manuāli rediģēt jebkuru lapas elementu, pievienot jaunu bloku no esošiem un publicēt (skat. 3. attēlu), pēc kā tā būs jau pieejama jebkurai cilvēkam, kam ir saites URL.



3. attēls. WIX veidota tīmekļa vietnes sākulapa

Squarespace [5] ir laba alternatīva WIX. Squarespace arī piedāvā mākslīgā intelekta palīdzību, veidojot mājaslapu. Mijiedarbošanās ar to laikā, tas uzdod vairākus jautājumus, kuru rezultātā no lietotāja sniegtajām atbildēm un vēlmēm tas izveido mājaslapu, kuru arī var publicēt, tikai par papildu samaksu (skat. 4. attēlu).



4. attēls. Squarespace veidota tīmekļa vietnes sāukmlapa

ChatGPT [6]. Gadījumā, kad ir vēlme pašam iesaistīties vismaz daļēji tīmekļa vietnes koda rakstīšanā ir labs rīks ChatGPT, kurš ir uzsācis savu darbību 2022. gada novembrī. Šis rīks ir balstīts uz lielajiem valodu modeļiem (mākslīgā intelekta atzars), kas var atbildēt ar teksta izvadi, imitējot cilvēku [7]. Kaut tas galvenais uzdevums nav domāts taisīt tīmekļa vietnes, tas var stipri palīdzēt ar to veidošanu. ChatGPT spēj analizēt cilvēka ievadīto tekstu un izveidot Html, CSS un citu kodu.

Lai veidotu tīmekļa vietni ar ChatGPT palīdzību, vajadzīgas minimālas zināšanas par mājaslapas uzbūvi, lai zinātu, kur un kādu kodu vajag ievietot un spēt detalizēti aprakstīt visas savas vēlmes. Jo detalizētāk būs aprakstīts, kādai jābūt mājaslapai, piemēram, kādām jābūt sadaļām lapā, kādi elementi būs sadaļā, kādas krāsas tiks izmantotas, kāds būs izvietojums utt., jo kvalitatīvāku rezultātu spēs izveidot dotais rīks (skat. 5. attēlu).

You

Hi. Help me please create a simple homepage using Html and Css for Tea shop. In Home page there should be Title and picture with tea on top, lower will be About us, where you can write that company is family business 20 years old and values good tea, here you can add something from yourself to look it good. Next should be pictures and description with some most popular tea tastes, pictures and description is up to you, make them both 5 pictures and 5 descriptions to them, but it should be appropriate picture to description. Description does not to be long, twenty words should be enough, text should be written like some mythical legend. Next lower should be nice looking invite to visit us and contacts, where you can write that we are located in Latvia, Rezekne at some imaginary street. Home page should be decorated in appropriate to tea colors and fonts. Feel free to ask some question about something if you need.



ChatGPT

Sure, let's create a simple homepage for your tea shop using HTML and CSS. Here's a basic structure and styling:

```
html
Copy code
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>Tea Kingdom</title>
  <link rel="stylesheet" href="styles.css">
</head>
<body>
  <header>
    <div class="container">
      <h1>Welcome to Tea Kingdom</h1>
      
    </div>
  </header>
</body>
</html>
```

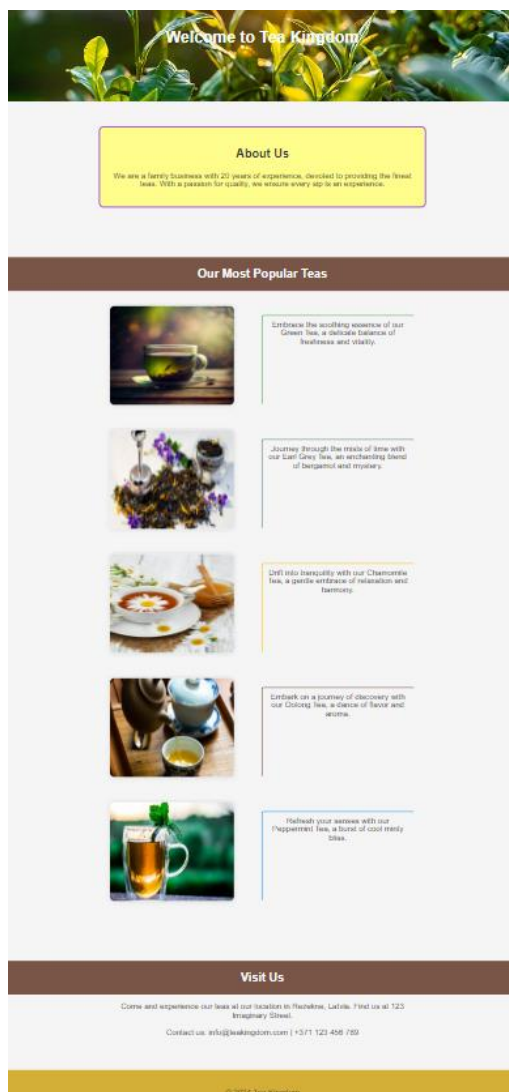
Message ChatGPT...

ChatGPT can make mistakes. Consider checking important information.

5. attēls. Instrukcijas ievade vietnes koda izstrādei

Pētījuma ietvaros tika mēģināts izveidot vienkāršu tīmekļa vietni tējas veikalam, izmantojot ChatGPT (skat. 6. attēlu). Tika ievadīts apraksts par sadaļām, virsrakstiem, bildēm, aprakstu un citiem elementiem, kam lapā ir jābūt. Ātrāk kā minūtes laikā rīks spēja izveidot Html un CSS kodu, ko apvienojot un pievienojot atbilstošas bildes, varēja realizēt un apskatīties rezultātu pārlūkā. Turpmāk mākslīgajam intelektam tika dotas papildu instrukcijas rezultāta uzlabošanai, ko tas ņēma vērā un koriģēja nepieciešamos elementus, piemēram, pārbīdīja nepieciešamo tuvāk lapas centram, pievienoja robežas (rāmjus), mainīja krāsas un izvietojumu. Šo mijiedarbību rezultātā aptuveni 2 stundu laikā ir izdevies izveidot salīdzinoši nesliktu tīmekļa vietni, vai pamatu tīmekļa vietnei pašam personīgi nerakstot neko no Html vai CSS.

ChatGPT3.5 ir bezmaksas un pieejams ikvienam, kādēļ 2 gadu laikā ir ieguvis lielu popularitāti kā studentu lokā, tā arī daudzās citās sfērās.



6. attēls. ChatGPT veidota tīmekļa vietne

1. Tabula. Izmaksas

Serviss	Sākotnējās izmaksas <i>Eiro</i>	Nepieciešamais laiks vietnes izstrādei <i>Dienas</i>	Maksa par uzturēšanu gadā <i>Eiro</i>	Kopējās izmaksas pa 3 gadiem <i>Eiro</i>	Kopējās izmaksas pa 5 gadiem <i>Eiro</i>
Web izstrādātājs	350	14 [8]	50	500	600
WIX	0	1+	132 [9]	396	660
Squarespace	0	1+	132 [10]	396	660
ChatGPT	0	1+	50	150	250

Rezultāti un diskusija

Wix sniedza ērtu personīgu mijiedarbošanos ar mākslīgo intelektu dialoga formā, lai pēc sniegtajām atbildēm izveidotu tīmekļa vietni, kā arī deva ērtu administratora paneli lapas konfigurēšanai un rediģēšanai. Rezultātā tika saņemta pilnībā strādājoša mājaslapa ar iebūvētiem apmaksas laukiem un funkcionāli, kā izmantošanai ir nepieciešams iegādāties

mēneša abonementu. Bez tā ir iespējams bezmaksas izveidot mājaslapu bez apmaksas funkcionāla, bet kura joprojām būs publicēta tīmeklī.

Squarespace nedeva iespējas taisni komunicēt ar mākslīgo intelektu, bet tā vietā deva izvēlēties vietas nosaukumu, tēmu, vajadzīgās sadaļas priekš tīmekļa vietnes, kā arī izvēlēties vietnes teksta lauku satura manieri – jautru, neitrālu vai citas -, ko mākslīgais intelekts ņēma vērā, lai sniegtu rezultātu. Rezultātā tika izveidota tīmekļa vietne, kurai arī var rediģēt personīgi visu saturu, pievienot apmaksas funkcionalitāti, bet jebkurā gadījumā, lai to publicēt tīmeklī, ir nepieciešams iegādāties abonementu.

Secinājumi

Mūsdienu tehnoloģijas ir stipri gājušas uz priekšu. Kad uzņēmējiem ir jāizveido vienkārša “vizītkartes” mājaslapa vairs nav lieki jātērē laiks un līdzekļi tās izveidošanai. Ir pietiekami daudz dažādu servisu, kas var palīdzēt šajā jautājumā, kur katrs piedāvā savu risinājumu, un klients var mierīgi izvēlēties sev piemērotāko variantu.

Mājaslapas izveidošana izmantojot mākslīgo intelektu notiek ļoti ātri, tas spēj no cilvēka ievadītās informācijas izveidot pamatu mājaslapai burtiski minūtes laikā, un turpmāk ir iespējams konfigurēt uzstādījumus un rediģēt saturu, kas, tieši kā sākotnējās izveidošanas laikā, notiek ļoti ātri un vienkārši lietotājam.

Sie servisi var būt arī labi instrumenti tīmekļā izstrādātājiem, kad ir vienkārši pasūtījumi. Mākslīgais intelekts ļauj ļoti ātri pabeigt pamata izstrādi, kuru var precizēt klienta vajadzībām. Vienīgais ir mīnuss, ka nav pieejas pie paša koda rediģēšanas lapai, tikai caur izstrādātāja paneli tīmekļa pārskatā ir pieejams lapas kods, ko var izmantot personīgām vajadzībām.

Izmaksu ziņā izdevība ir neslikta pie tā, ka jebkurā brīdī var jebko bezmaksas rediģēt tīmekļa vietnē, par ko tīmekļā izstrādātāji parasti prasa papildus līdzekļus. Vienkāršas “vizītkartes” lapas gadījumā tās uzturēšanas izmaksas ir izdevīgas termiņā līdz 5 gadiem dēļ ikmēneša maksājumu cenām. Turpmāk tās sāk pārsniegt programmētāju izveidotu mājaslapu cenas, kopā ar hostinga pakalpojumiem. Gadījumos, kad ir vajadzīga e-komercija situācija var atšķirties dēļ apmaksas funkcionalitātes izmaksām.

Ir iespējams arī avancētāks variants, kad cilvēks vēlas iesaistīties pats koda veidošanā. Šajā gadījumā ļoti palīdz ChatGPT, kas spēj izveidot visu saturu, kā arī virzīt darbību veikšanai vietnes publicēšanai. Šis variants ir arī pats izdevīgākais dēļ izmaksām, kas satur tikai mājaslapas hostingu un domēnu.

Literatūra

1. Theodoridis, P. K., & Gkikas, D. C. (2019). How artificial intelligence affects digital marketing. In *Strategic Innovative Marketing and Tourism: 7th ICSIMAT, Athenian Riviera, Greece, 2018* (pp. 1319-1327). Springer International Publishing;
2. Webmaking (2012). Pieejams: <https://webmaking.lv/lv/izstrade/majas-lapu-izveides-pakalpojumi.html>, sk. 21.04.2024;
3. Garmtech (2017). Pieejams: <https://my.garmtech.com/order/hosting/1>, sk. 21.04.2024;
4. Wix (2006). Pieejams: <https://www.wix.com/>, sk. 20.04.2024;
5. Squarespace (2003). Pieejams: <https://www.squarespace.com/>, sk. 20.04.2024;
6. Chat GPT (2022). Pieejams: <https://chat.openai.com/auth/login>, sk. 20.04.2024;
7. Saputra, R., Nasution, M. I. P., & Dharma, B. (2023). The impact of using ai chat gpt on marketing effectiveness: A case study on instagram marketing. *Indonesian Journal of Economics and Management*, 3(3), 603-617.
8. Vietnes izstrādes termiņš (2023). Pieejams: <https://www.pragmatik.lv/vizitkartes-majaslapa/>, sk. 21.04.2024;
9. Wix cenrādis (2006). Pieejams: <https://www.wix.com/premium-purchase-plan/dynamo>, sk. 21.04.2024;
10. Squarespace cenrādis (2003). Pieejams: <https://www.squarespace.com/pricing>, sk. 21.04.2024;